مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية - السنة (٢) العدد (٥) يوليو ٢٠١٣م




ISSN 1658 6239

المقالات المنشورة في هذا العدد مترجمة عن المجلة الفرنسية العلم والحياة « Science & Vie »

## كلمة العدد

ها هي مجلتكم، مجلة العلوم والتقنية للفتيان قد مضت عليها سنة كاملة، وهي تدخل سنتها الثانية بعددها الخامس. هناك في هذا العدد كمّ كبير من المواضيع القصيرة تقدم الجديد في مختلف العلوم والتقنيات (الإلكترونيات والطب والصحة والفيزياء والبيئة والطاقة والمياه).

أما في قائمة أبرز المقالات فنجد بوجه خاص ذلك الذي يعرّفنا بمدينة النجوم «أبوجيوس». وهذا الاسم مأخوذ في الواقع عن اليونانية، ويعني «الأرض البعيدة». يتعلق الأمر هنا بمشروع أشبه بعلم الخيال يرمي إلى بناء مدينة سيسكنها ١٠ آلاف نسمة في حوالي عام ٢٠٥٠. وستدور المدينة حول الأرض مثل الأقمار الاصطناعية، وستتوفر فيها كل وسائل الراحة المتاحة في أية مدينة على سطح الأرض. المشروع مازال على الورق وفي الأذهان. وفي باب آخر يدخل بنا هذا العدد في عالم الحشرات باعتبارها «حيوانات حربية» ويشرح لنا بأسلوب ممتع السبل التي تتوفر لدى الحشرات للدفاع عن نفسها من أجل البقاء، ويعرّفنا بالحيل التي تلجأ إليها.

ومن القضايا الكبرى التي تهتم بها مختلف الدول في العالم قضية التلوث، سيما ذلك الذي ينجم عن الإشعاع النووي. ولذا اختارت المجلة شهادة حيّة على حجم الأضرار التي أصابت اليابان، ولازالت، منذ سنتين من جراء حادثة المحطة النووية فوكوشيما. إنها الكارثة على كل المستويات (السكان والحيوان والنبات والمحيط والمياه...).

وتأكيدا على أهمية العناية بالبيئة على مستوى المعمورة يتناول أحد المواضيع قضية تخزين ثنائي أكسيد الكربون تحت الأرض، وهو خيار مقبول اليوم ضد الاحترار العالمي. لكن هناك تخوفات من التسربات الباطنية، ومن خطر الظواهر الجيولوجية كالزلازل.

وحول صحة الشباب وخطورة تدخين الحشيش، اخترنا موضوعا يؤكد علمياً أن ذلك يؤدي إلى أمراض نفسية مختلفة لا مَرَدّ لها (فصام، انخفاض نسبة الذكاء، اكتئاب ...). ففي الغرب تبيّن الدراسات أن الشباب الذين يدخنون الحشيش يعانون من ضعف في النضج الفكري ومن اضطرابات نفسية تبرز بعد مرور مدة طويلة تتراوح بين ١٠ و ٢٠ سنة! وفي سياق الصحة أيضا تقدم مقالة أخرى خمس نصائح لتحفيز القدرات على الإبداع والابتكار. بينما اهتم موضوع ثالث بمرض السل -هذا الداء العائد من بعيد- مشيرا إلى المضاد الحيوي الجديد الذي سيكسر مقاومته.

وفي مجال التغذية يتساءل العدد : لماذا نخشى من أزمة غذائية جديدة؟ ذلك أن هناك انخفاض في إنتاج الحبوب وارتفاع في الأسعار وانخفاض في المخزون... وهي كلها عناصر ستؤدي إلى أزمة غذائية جديدة.

ومن المواضيع الطريفة يروي لنا أحدها قصة قاتل الدلافين الغريب في الولايات المتحدة الأمريكية. كما يعرض مقال آخر عشر نصائح (منها المضحك) لسائقي السيارات كي تنخفض فاتورة البنزين. وفي مكان آخر نجد استعراضا لكهوف غريبة، بصور جميلة، قد حفرتها الطبيعة، وأحيانا الإنسان، بعيدة عن الأنظار.

وقد دأبت المجلة على تقديم مجموعة من المهن في كل عدد من أعدادها. وهكذا وقع اختيارها هذه المرة على «مهن التلفزيون» لعل من القراء من يستهويه العمل مستقبلا في هذا المجال.

رئيس التحرير

## اقرأ في هذا العدد




٨



٣٠


٦٢


٧٦

# وأخيراً،
# الغرافين
# جاهز للإلكترونيات(١)

**الغرافين مادة تعتبر معجزة حقيقية، وتستعد هذه المرة لقلب أوضاع الإلكترونيّات المتناهية الصغر! نجح العلماء في تحسين خواصها الكهربائية المتميزة بالحفر على سطحها... مما حولها بشكل مفاجئ إلى مادة شبه موصلة.**

كان حدثاً منتظراً للغاية. نجح العلماء من جامعة جورجيا للتقنية (Georgia Institute of Technology) في أتلانتا (Atlanta) (الولايات المتحدة الأميركية) بتطوير مادة الغرافين الملائمة للإلكترونيات الدقيقة. هذه المادة المتكونة من نسيج ذرات كربون ينتشر فيها الإلكترون من دون عوائق والتي اشتهرت بخواصها المتعددة التي قلبت فيزياء المواد رأساً على عقب، أصبحت أخيراً مؤهلة لتصبح المكون الإلكتروني الأساسي، متقدمة بفارق كبير على السليكون والأنابيب الكربونية النانوية.

بعد اكتشافها في العام ٢٠٠٤م، أنهكت مجموعة من العلماء نفسها في تشكيلها بترانزستور أو بصمام ثنائي أو بخيط كهربائي لتصميم دائرات إلكترونية أكثر فاعلية. لكنهم واجهوا صعوبة تحويل تلك المادة إلى شبه موصلة فعلاً أي إما عازلة وإما موصلة بحسب الجهد الذي تختص به، وهذه مرحلة ضرورية لاستخدامها في الإلكترونيات. لكن في العام ٢٠٠٩م، تمكن فينغ وانغ Feng Wang من جامعة بيركلي (Berkeley) في كاليفورنيا (الولايات المتحدة الامريكية) من إنجاز عمل كهذا بوضع مجال كهربائي عمودي على سطحها. لكن وجود تسربات كهربائية كانت تحد من إمكانيات التطبيق في الإلكترونيات الدقيقة الصغر.

### "لم نتوقع أن نشهد ذلك!"

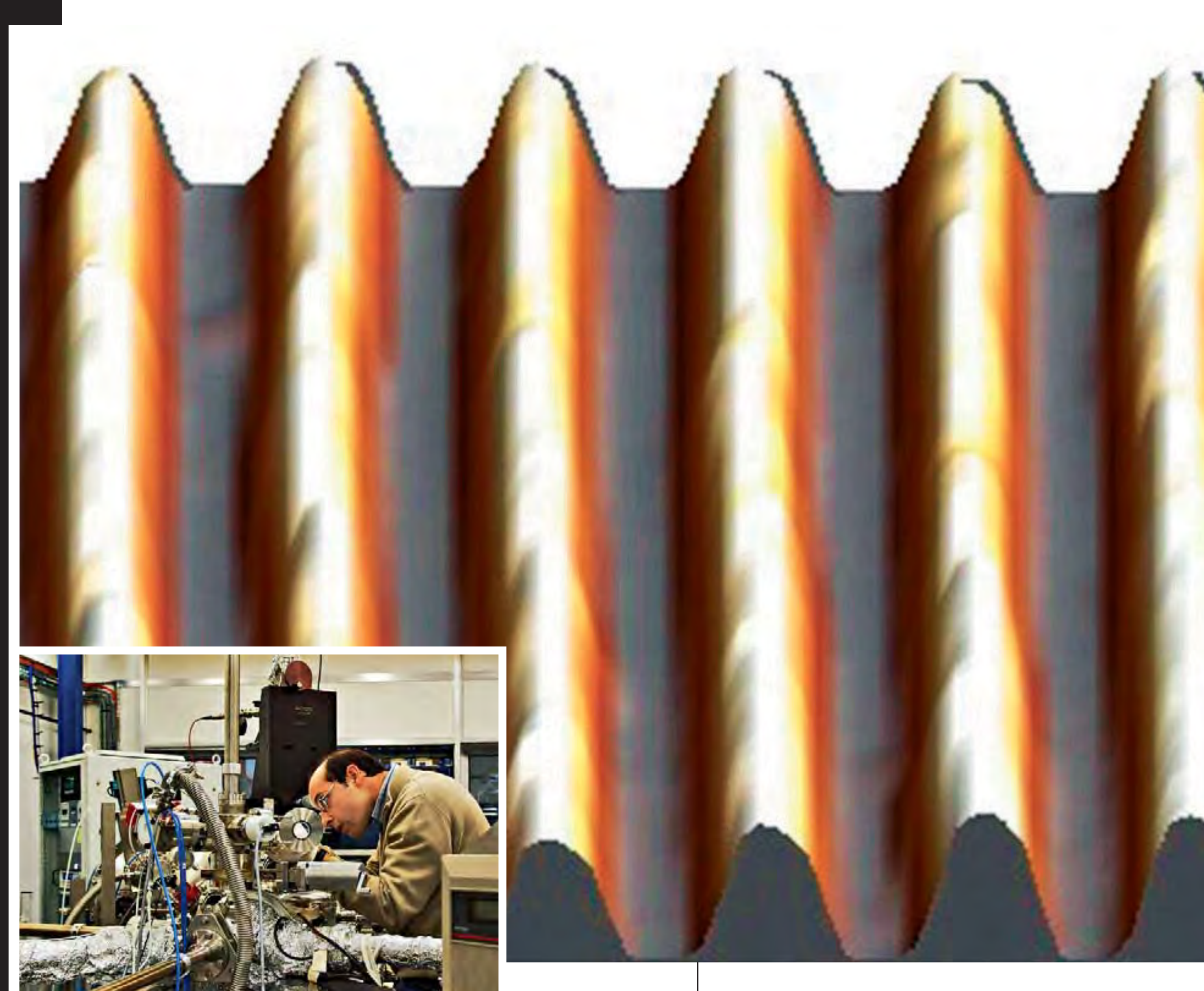
يرتكز الحل الذي قدمه هذا الفريق الفرنسي الأميركي على تقطيع الغرافين الموصلة عادة قطعاً صغيرة على شكل شرائط بالغة الصغر مما يغير خواصها الكهربائية. وهي وصفة مستوحاة نوعاً ما من محمصة فطائر الوافل: حفر الباحثون على سطح لوحة عرضها ٤ ملم من كربيد السليكون شبه الموصلة، أثلاماً ضيقة ومستقيمة عمقها بضعة نانومتر. ثم سخنوا اللوحة إلى حرارة ١,٥٠٠ درجة مئوية للتخلص من السليكون. لاحظوا أن ذرات الكربون تعود وتنتظم بشرائط الغرافين النانوية مطابقة للشكل الأساس. إنها شرائط تتسم بطرفين منتظمين كلياً وأنحف بخمس مرات من التي نحصل عليها من أفضل الطابعات الحجرية. تقول أنيك لوازو Annick Loiseau إحدى أهم المتخصصين في المجال متحمسة: "تلك التقنية أنيقة للغاية لأنها لا تفسد الطرفين وهي قابلة للنسخ بسهولة."

عندما نظر العلماء عن كثب أكثر، لاحظوا أن أطراف مئات الشرائط التي حصلوا عليها أصبحت شبه موصلة. تعترف كلير بيرجيه Claire Berger الباحثة المشاركة في الدراسة التي أجريت بالتعاون مع المركز الوطني للأبحاث العلمية (CNRS) (فرنسا) قائلة: "لم نتوقع أن

١

### وقائع وأرقام

تم التعرف إلى الغرافين في العام ٢٠٠٤م وهي توصل الكهرباء أفضل بثلاثين مرة من السليكون وهي تتميز بصلابة أكبر بـ ٢٠٠ مرة من الفولاذ فيما هي أخف بـ ٦ مرات منه. تتحرك فيها الإلكترونيات بسرعة ألف كلم في الساعة أي ١٥٠ مرة أسرع مما تتحرك الإلكترونيات في السليكون. تنتج الصين ٣٠٠ طن في السنة منها بتكلفة ٥٠٠ دولار للكيلوغرام الواحد.



نشهد ذلك".

إلا أن الغرافين التي حصلنا عليها تجمع في النهاية بين وظيفتين أساسيتين لاستعمالها مستقبلاً في المعلوماتية: يمكن لجزئها شبه الموصل أن يجعل منها قاطعة صغيرة فائقة السرعة وفي الوقت نفسه يحتفظ بتوصيل كهربائي غير عادي بفضل جزئه المركزي.

يبقى علينا التأكد من ذلك "بقياس قدرة الغرافين الذي تم إنتاجه على النقل الإلكتروني" وهو ما يؤكده مارك غوربيغ Mark Goerbig من مختبر فيزياء المواد الصلبة في جامعة باريس-جنوب (Paris-Sud) (فرنسا). لكن الدراسات الأولية تحت الإجراء تبدو منذ الآن واعدة. لم نتوقع أقل من ذلك من تلك المادة المعجزة.

ج.ج J.G.

١ بحفر أثلام رفيعة في لوحة من كربيد السليكون تعود وتنتظم فيها ذرات الكربون.

٢ تمكن فريق من العلماء الفرنسيين والأميركيين من الحصول على شرائط نانوية من الغرافين شبه الموصلة يمكن أن تستعمل كقواطع متناهية الصغر سريعة للغاية.

GEORGIA TECH - UR1 CNRS/SYNCHROTRON SOLEIL

## مادة تتسم بتطبيقات عدة

**عرف الغرافين نجاحاً باهراً في ٦ قطاعات رئيسة: الإلكترونيات والمعلوماتية والطاقة وعلم الميكانيك والتصوير والتقنية الحيوية. أثارت خواصها الفيزيائية المتميزة أولاً اهتمام العلماء مثل موصليتها الكهربائية والحرارية، وفي مقاومتها الميكانيكية الشديدة أو شفافيتها. لكن منذ سنتين فقط تجرأ الباحثون على تعديل تلك المادة النانوية كيميائياً لإظهار خصائص جديدة. فمثلاً، عندما نثبت ذرة من الفلور على كل ذرة من ذرات الكربون، لن توصل الغرافين الكهرباء لكنها تصبح ذات استقرار حراري يعادل مادة التفلون.**

(1) GRAPHÈNE ENFIN PRÊT POUR L'ÉLECTRONIQUE, Science & Vie 1145, pp 42-43

# أخبار علمية

## ١٦,٦٦٨ كيلومتر

إنها المسافة التي عبرها -خلال سنة- هذا الرجل الآلي البحري المستقل على شكل لوحة ركوب أمواج؛ انطلق بابا مو (Papa Mau) من سان فرانسيسكو (San Francisco) وسافر حتى أستراليا جامعاً في طريقه كل أنواع المعطيات التي يرسلها القمر الصناعي.

LIQUID ROBOTICS



الطاقة

# الزهور مصدر إلهام للألواح

ماذا لو اتخذت ألواح الطاقة الشمسيّة في المستقبل شكل زهرة؟ لقد طوّر باحثون في الواقع من جامعة كارولينا الشمالية في الولايات المتحدة الأمريكية "أزهارًا نانونية" تتألّف من خلايا شبيهة ببتلات سماكتها لا تتجاوز العشرين إلى ٣٠ نانومتراً فقط وقد صُنعت من كبريت الجرمانيوم. تتميّز هذه المادة بفعاليّتها الكبيرة في الامتصاص وتحويل الطاقة الشمسيّة. بالنسبة إلى شكل هذه الألواح الشبيهة بالقرنفل، فهو يتيح لها تخزين كميّة طاقة كبيرة على مساحة صغيرة. كما أنّ كبريت الجرمانيوم أقلّ سميّة وكلفة من السيليكون الذي يُستعمل تقليدياً في هذا النوع من الأجهزة. إ.ت.أ



# النظارات المضادة لاختلاف التواقيت[1]

على هذه النظارات الخارقة: جهاز مضيء قادر على تقديم الساعة البيولوجية لحاملها أو تأخيرها. حل عملي للذين يعانون من فترات نوم مضطربة مثل المسافرين.



انتهى زمن الأرق الذي يسببه الاختلاف بالتوقيت. وداعاً أيتها الحبوب المنومة لتجنب السهر طوال الليل. بفضل "ري-تايمر" (Re-timer) تلك النظارات الخارقة الجديدة التي وصلتنا من أستراليا (Australia)، سيستعيد المسافرون الذين يعبرون مسافات طويلة ابتسامتهم. لأنه يعتبر النظام الأول غير العلاجي بالأدوية المصمم لإعادة ضبط ساعتهم الداخلية.

ما هو المبدأ؟ يقوم على تشغيل إيقاعنا الليلي النهاري، الذي يعرفه رجال العلم حق المعرفة. تشرح ماري بول فيلدر-شميتبوهل Marie-Paule Felfer-Schmittbuhl من قسم علم الأحياء العصبي للإيقاعات التابع لمعهد علوم الأعصاب الخلوية والتكاملية في ستراسبورغ (Strasbourg) في فرنسا قائلة: "عند كل إنسان ساعة بيولوجية تعمل بإيقاع خاص بها. تتزامن مع تعاقب الليل والنهار على فترة أربع وعشرين ساعة."

تلك الساعة التي تتحكم بدورة اليقظة والنوم يُعاد ضبطها يومياً بمساعدة محفزات ترسلها الخلايا الحساسة للضوء القوي والواقعة في الجزء الداخلي من شبكية العين. خلال النهار، تُبقي الساعة الدماغ في حالة تأهب. وفي الليل تستعد الغدة الصنوبرية لإفراز الميلاتونين أو "هرمون النوم"، الذي ينومنا. عندما تكون الأمور كلها على ما يرام، تتناسق الدورة بشكل ممتاز مع تعاقب الليل والنهار.

## إشارات ضوئية...

لكن في بعض الحالات قد يحصل خلل في التزامن كحالة ١٠٪ من المصابين بالأرق، والأشخاص الذين يعملون بنظام التناوب (٣ إلى ٨ ساعات) أو في حال حصول اختلاف توقيت مرتبط برحلة تعبر مناطق زمنية عدة.

لحل تلك المشكلة، خطرت فكرة للبروفيسور ليون لاك Leon Lack وهو اختصاصي في علم النفس الإحيائي ولزميلته هيلين رايت Helen Wright من معهد صحة النوم في جامعة فليندرز Flinders في أديلاييد (Adélaide) (أستراليا)، مع بداية الألفية الثالثة، لابتكار تلك النظارات الخارقة الخاصة. إنها مجهزة بصمام ثنائي باعث لضوء LED ذو لون أزرق مخضر وضع على القسم السفلي من هيكل النظارات على بعد ١٢ مم من العينين، يرسل بانتظام إشارات ضوئية نحو عيني حاملها. لاحظ الباحثان أن

### ٣ تواريخ رئيسة

**١٧٢٩**

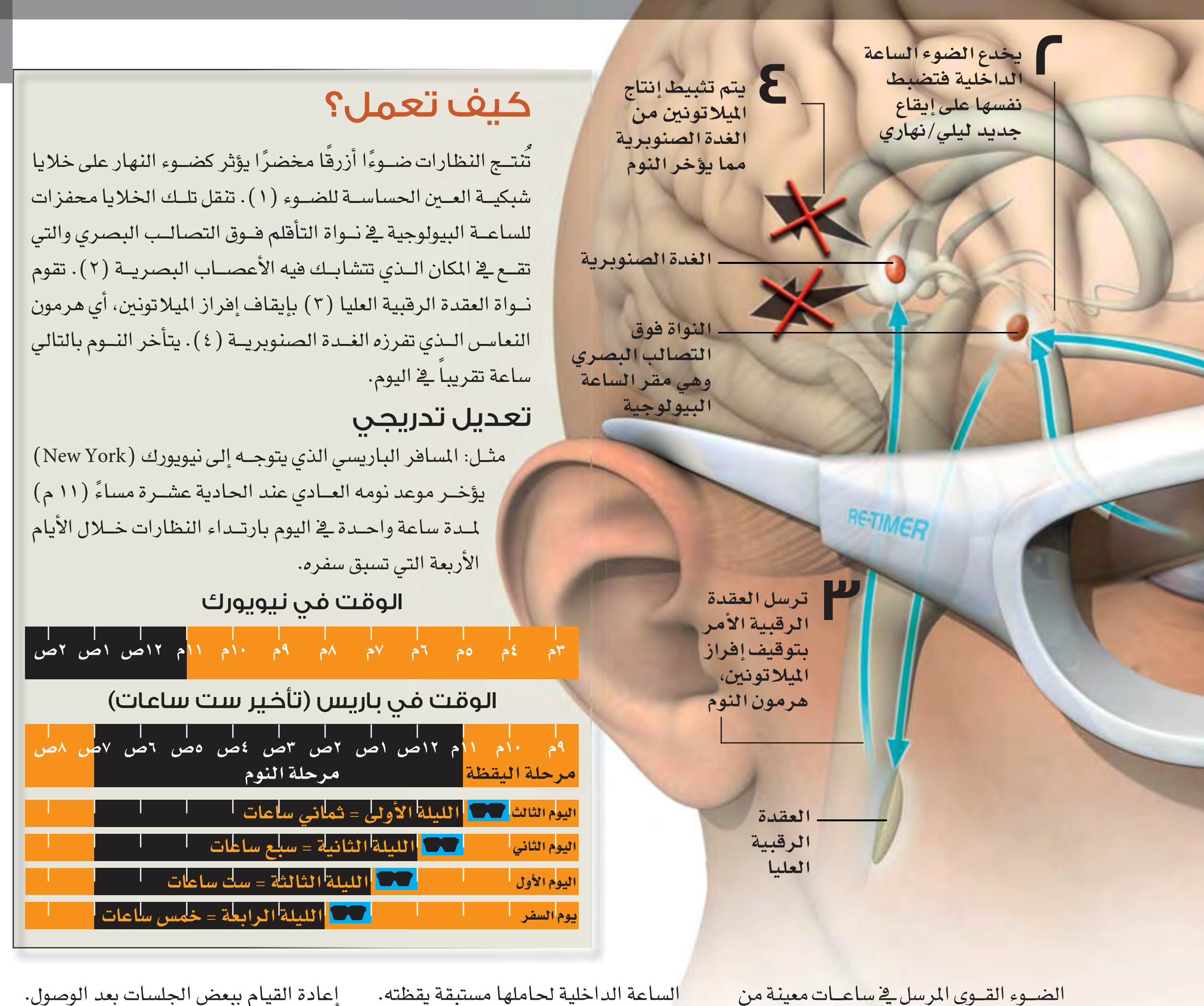
**يصف العالم الفرنسي جان جاك دورتو Jean-Jacques Dortous تعاقب الليل/والنهار للساعة البيولوجية عند معظم الكائنات البشرية.**

**١٩٨٤**

**اخترع نورمان إي. روزينثال من معهد الصحة العقلية الأميركية الوطني أول جهاز للمعالجة بالضوء وذلك لمعالجة حالات الإكتئاب.**

**٢٠٠١**

**طُور نموذج من النظارات المزودة بصمام ثنائي باعث للضوء LED في جامعة فليندرز Flinders (أستراليا).**




## كيف تعمل؟

تُنتج النظارات ضوءًا أزرقًا مخضرًا يؤثر كضوء النهار على خلايا شبكية العين الحساسة للضوء (١). تنقل تلك الخلايا محفزات للساعة البيولوجية في نواة التأقلم فوق التصالب البصري والتي تقع في المكان الذي تتشابك فيه الأعصاب البصرية (٢). تقوم نواة العقدة الرقبية العليا (٣) بإيقاف إفراز الميلاتونين، أي هرمون النعاس الذي تفرزه الغدة الصنوبرية (٤). يتأخر النوم بالتالي ساعة تقريباً في اليوم.

### تعديل تدريجي

مثل: المسافر الباريسي الذي يتوجه إلى نيويورك (New York) يؤخر موعد نومه العادي عند الحادية عشرة مساءً (١١ م) لمدة ساعة واحدة في اليوم بارتداء النظارات خلال الأيام الأربعة التي تسبق سفره.



الضوء القوي المرسل في ساعات معينة من النهار يكون غير ضار ومن دون تأثير على النظر لكنه قادر على تقديم أو تأخير الإيقاع البيولوجي المسمى "الساعة البيولوجية" عند المرضى أو تأخيره (راجع الرسومات أعلاه). يشرح ليون لاك Leon Lack قائلاً: "ضوء قوي يعادل (٢٠٠٠ لكسمتر) لونه أزرق يميل للأخضر وهو قادر على تعديل تسلسل الإيقاعات عبر تأثيره المباشر على الدماغ." في بداية الليل، تؤخر تلك الإشارات الضوئية الدورة. النتيجة: تأتي الرغبة في النوم متأخرة. أما عند بداية ضوء الفجر، تُقدم الساعة الداخلية لحاملها مستبقة يقظته.

### ... لتجنب الاضطراب الناتج عن الرحلات الجوية الطويلة

أظهرت دراسات سريرية أُنجزت ابتداءً من العام ٢٠٠١م أن تمضية ساعتين مع الـ"ري-تايمر" (Re-timer) على الأنف قد يؤخر إيقاع الساعة البيولوجية حتى أربعين دقيقة. يقضي النظام إذن بارتداء تلك النظارات من ثلاثين إلى خمسين دقيقة كل يوم خلال الأيام الثلاثة التي تسبق الإقلاع (في حال السفر)، لنقل الساعة تدريجياً بالنسبة إلى المنطقة الزمنية الجديدة. ثم إعادة القيام ببعض الجلسات بعد الوصول.

لمساعدة الحامل على معرفة التقدير الجديد، ابتكرت الشركة التي تسوق تلك النظارات طريقة لحساب الاضطراب الناتج عن الرحلات الجوية الطويلة وهي متوفرة على موقعها الإلكتروني. مما يدفع أكثر المصابين بالأرق إلى النوم. وهي أفضل من الأدوية لأنها لا تتسبب بخطر النعاس خلال النهار. **أي.ت.أ.**

*الثمن: حوالى ٢٤٠ يورو (ما يعادل ١٢٠٠ ريال سعودي)*

*للمعلومات الإضافية: www.re-timer.com*

B.BOURGEOIS - M.KONTENTE

(1) Les lunettes anti-décalage horaire, Science & Vie 1145, pp 130-131




تصورنا أنه هُزم، لكن السل عاد بقوة مع الإيدز ولم تعد المضادات الحيوية تؤثر على المسبب وهي بكتيريا عصية كوخ Koch. لكن في نهاية المطاف سمحت عشر سنوات من الأعمال باكتشاف علاج فعَّال... وأخيراً.

بقلم: رينو بيرسيو [1]

# السل

## مضاد حيوي جديد يكسر مقاومته [2]

G.OSAN/AP/SIPA - JANSSEN

وأخيراً بعض الأمل: انتظرنا أربعين سنة ليتم اختراع مضاد حيوي جديد يعيد إحياء الصراع ضد السل. وأخيراً! ما هو اسم جزيئة الأمل تلك؟ إنه البيداكيلين (سيرتورو) (Sirturo) (Bédaquiline). إنه الدواء الأول المسموح به بعد عقود من العجز والمعاناة، وهو فعَّال على الحالات الأكثر مقاومة. تلك السنوات التي فقدت خلالها العلاجات التقليدية فعاليتها تدريجياً في مواجهة حِيل عصية كوخ.

إلى حد أنه بدا من المستحيل إحباط أسوأ الحالات: أي انتشار للسل فائق المقاومة الذي لا دواء فعَّال يقاومه عملياً!

### اكتشاف بالصدفة

لكن من دون أن يعوِّل على تخصيص أموال استثنائية للأبحاث... ومع مقدار كبير من الحظ. ظهر مكونان بدا أنهما حاسمان في هذا النجاح الذي طال انتظاره.

في بداية الثمانينيّات الميلادية من القرن الماضي، توقع الباحثون بعد القضاء على الجدري وعلى عصية السل أو كوخ (*Mycobacculeux tuberculosis*) (المتفطرة السلية)، باعتماد استراتيجية مضاعفة: تحسين ظروف المعيشة وتوفير الأدوية. لكن ظهور ضيف غير متوقع في آخر لحظة: فيروس الأيدز، غير مجرى الأمور. حيث أدى إلى إضعاف الجهاز المناعي وفتح الطريق أمام عصيات السل فأصبح على المستوى العالمي شخص من

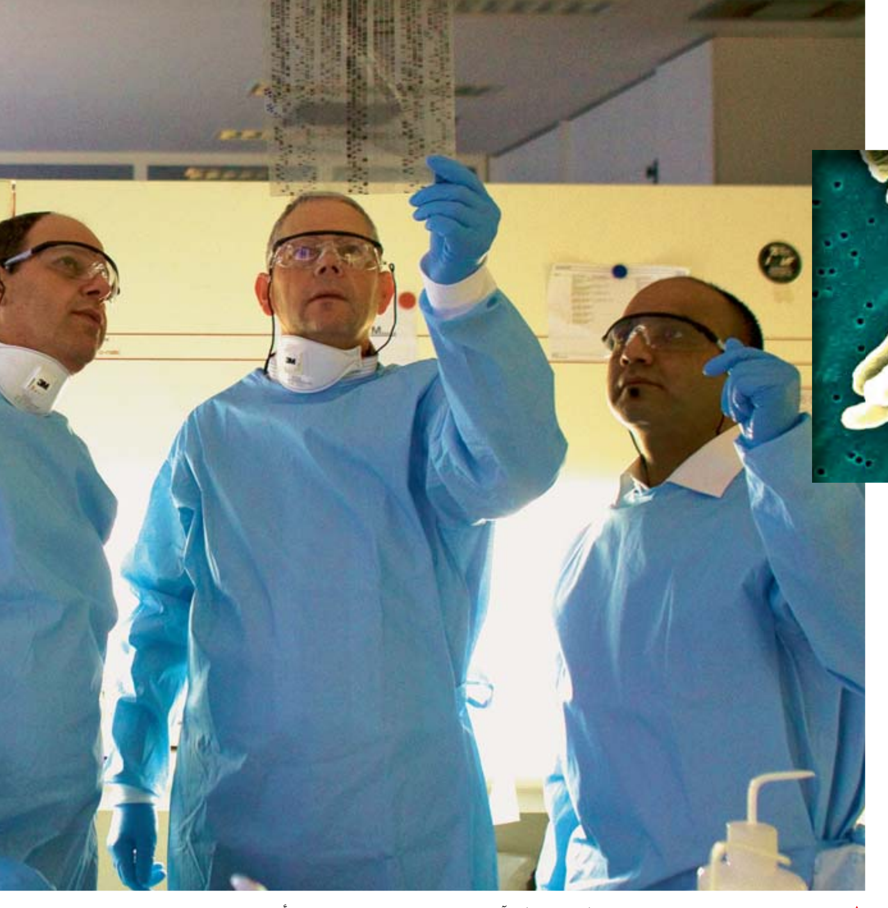


ثلاثـة أشخاص يحملونهـا (إلا أن هـذا لا يعني أنهـم مرضـى...). مما تسبب بانتكاسة رهيبة وغـير متوقعة للسل، الذي عـاد وأصبح أحد أهم ثلاثـة أوبئـة في العالم مع الأيـدز والملاريا. ذلك المرض الذي يتنقل مـن شخص إلى آخر بالهواء ويصيـب عـادة الرئتـين، لكن يمكنـه أيضـاً أن يصيب الدماغ والكليتين، فهو يؤثر على ٩ ملايين من الأشخاص على المستوى العالمي.

اليـوم، الـدواءان الأكـثـر اعتـمـاداً همـا الإزونيازيـــد (١٩٥١) (izoniazide) والريفامبيسـين (١٩٥٧) (rifampicine) لم يعـودا فعَّالـين كمـا في الماضـي. ففـي ٥٪ مـن الحالات، أصبح استعمال جيل ثان من المضادات الحيوية ضرورياً مثـل عوامل عن طريق الحقن، والفلوروكينولـون (fluoroquinolones). لكـن على العـلاج أن يمتد سنتين بدلاً مـن ستة أشهر للتخلص مـن العـدوى ولكـن الآثـار الجانبيـة للمرض أصبحت أكبر.

فضلاً عن أن تلك العلاجات الثقيلة بدأت هي الأخرى تتراجع. في العام ٢٠٠٦م، تم التعرف في

▲ تمثل تلك الجزيئة الجديدة البيداكيلـين أمـلاً للكثير من البلدان. منطقة جنوب شرقي آسيا هي الأكثر تعرضاً (هنا في مؤسسة السل في نيودلهي (New Dheli).



▲ اختبر الباحثون في مختبر جانسن (Janssen) الآلاف من جزيئاتهم المخزنة قبل أن يعزلوا البيداكيلين واكتشاف طريقة عملها الأساسية على عصية كوخ.

جنوب أفريقيا (South Africa) إلى حالات السل الأولى فائقة المقاومة أي إنها مقاومة للإيسونيازيد والريفامبيسين ولأدوية الجيل الثاني أيضاً. وبحسب دراسة نشرتها لانسيت (Lancet) في أغسطس ٢٠١٢م، تم اكتشاف عصية السل فائقة المقاومة في ٧٧ بلداً على الأقل من بينها فرنسا (France).

ومع أنه طوال مدة لم تكن مصانع الأدوية الكبيرة تعتبر ذلك الوضع الصحي طارئاً. ولكن مع تطور الوضع، تطلب الأمر تجنيداً مالياً وسياسياً دولياً برعاية منظمة الصحة العالمية (WHO)... يقول فينسان جارلييه Vincent Jarlier مدير المركز الوطني المرجعي لمرض السل في مستشفى بيتييه سالبيتريير (Pitié-Sâlpêtrière) الذي شارك في كل مراحل الأبحاث الأولية على البيداكيلين: "حصل الاكتشاف صدفة رافقه ضربة حظ ثلاثية."

## إجراء متسارع

بدأ كل شيء في بداية الألفية الثانية عندما نفَّذ المختبر الأمريكي جانسن (Janssen) اختباراً بطريقة منهجية على مزارع بكتيرية، والقدرة على تدميرها باستخدام عشرات آلاف الجزيئات من مختلف الأنواع، والتي تم حفظها سابقا في مكتبتها الكيميائية دون دراستها كما يحصل غالباً في المختبرات الكبيرة. للملاحظة أن ثلاث جزيئات من تلك الجزيئات من بينها البيداكيلين وجزيئين آخرين مشابهة لها. بدا أنها فعَّالة على المتفطرات: فيقول فينسان جارلييه Vincent Jarlier: "طلبوا منا اختبار تلك الجزيئات على سلالات عدة من عصيات كوخ المقاومة لأدوية متعددة... وظهر أنها فعَّالة!".

ضربة الحظ الثانية: قرر جانسن الاستثمار في هذا المجال. فقد طرحت المجموعة الدولية (جمعيات المرضى والمؤسسات) السؤال على الطاولة مع تأسيس صندوق التحالف ضد السل (TB Alliance) عام ٢٠٠٠م؛ الذي يهدف إلى تعزيز و تطوير أدوية جديدة. "عمدنا إلى تحليل الجينوم البكتيري وتحديد تسلسله فاكتشفنا بالتالي أن البيداكيلين والجزيئتين الأخريين تكبحان إنزيماً من إنزيمات البكتيريا لإنتاج الطاقة. طريقة عمل جديدة كلياً، لأن معظم المضادات الحيوية التي اكتشفت حتى الآن تهاجم جدار البكتيريا." ضربة الحظ الأخيرة؟ "غياب التأثير السام الذي كان سيمنع البيداكيلين من أن تصبح دواء يتميز بنسبة فوائد/أخطار إيجابية (تم التخلي

**٩ مليون**
**شخص مصاب في العالم**



عن الجزيئين الآخرين الأقل أداء)"

تطلب تسويق الجزيئة عشر سنوات. فقد كان الدواء فعَّالاً على السلالات المقاومة لأدوية عدة وفائقة المقاومة. ولكن في وجه الحالة الطارئة، سمح المعهد الوطني للصحة في الولايات المتحدة الأمريكية بإجراء متسارع على قاعدة دراسة المرحلة الثانية.

في العادة كان يتم انتظار المراحل الثلاث الأوسع، ومن ثم المقارنة بينهم ليتم السماح بتسويق الأدوية واستعمالها. لكن المعهد أصر على أن يكمل المصنع تلك المراحل الثلاث لتحسين معرفة نسبة الفائدة/والخطر. كما طلبت جمعيات المرضى أيضاً تقييماً صحيحاً للتفاعلات مع الأدوية المضادة لفيروس نقص المناعة (HIV) للتأكد من فعاليته على تلك الفئة المهملة في الاختبارات حتى الآن. تشهد فرنسا، المُجنَّبة نسبياً حتى الآن، ٥ آلاف حالة سنوياً من مرض السل، ٥٠ حالة من البكتيريا المقاومة لأدوية متعددة، كما تم إعطاء ٥٠ تصريحاً للاستعمال المؤقت للعلاج الجديد منذ عام ٢٠١١م.

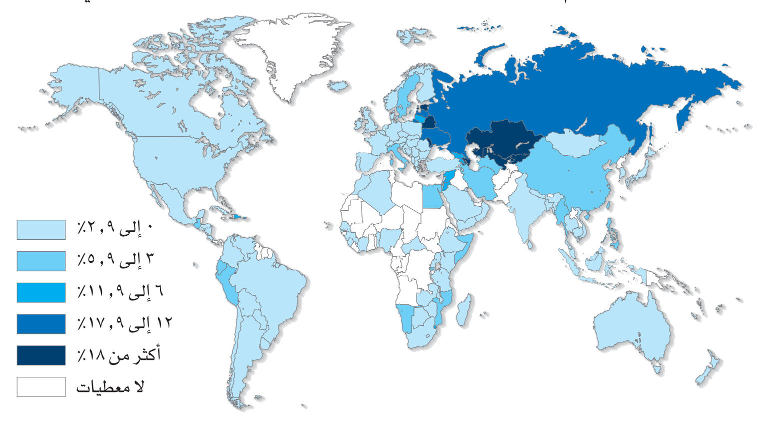
## أخبار سعيدة أخرى

ونتوقع سماع أخبار سعيدة أخرى لأن الباحثين يعملون على علاجات جديدة تستهدف العصية عبر طرق عمل جديدة، مناطق العمل الخلوية لعصية كوخ والتي لم تكن مستهدفة سابقا. من بين طرق العمل المتوقعة، استخدام الديلامانيد (délamanide) الذي يثبط تصنيع حمض الميكوليك (Mycolic Acid) وهو مكون أساسي للعصية. يتم تقييمه حالياً من قبل الوكالة الأوروبية للأدوية مثل البيداكيلين التي سمح استعماله في الولايات المتحدة الأمريكية فقط.

يشير فرانسوا كزافيه بلان François-Xavier Blanc من مستشفى بيسيتر (Bicêtre) (فال دو مارن) (Val-de-Marne) قائلاً: "بفضل هذا المضاد الحيوي الجديد من المتوقع تطوير مركبات جديدة أقصر وأكثر فعالية، ضد السل التقليدي والسل المقاوم لأدوية متعددة." وخارج هذه الخطوات الطبية المتقدمة المهمة، يكمن التحدي الأساسي حالياً في حصول جميع المرضى فعلاً على العلاجات. وفي حال تغلبنا على هذا التحدي، نتمنى مجدداً استئصالاً كاملاً للسل. حلم قديم يبدو أنه عاد في متناولنا...

## آفة تنتشر على الأرض

في بلدان عدة، نشهد ارتفاعاً بارزاً لنسبة حالات السل المقاومة الجديدة (تقرير منظمة الصحة العالمية WHO، ٢٠١٢م). حيث شهد المرض انتكاسة كبيرة خاصة في الاتحاد السوفيتي السابق.




## عصية كالميت غيران (BCG): لقاح للسل. ولكنه ليس فعّالاً كما نظن

**مع ٥٠٪ من الكفاءة الوقائية لمرض السل يعتبر معدل أداء عصية كالميت غيران (لقاح السل BCG) متواضعا. فهذا اللقاح ليس إجبارياً في فرنسا لكنه ما زال موصى به عند الأولاد الذين يعانون خطراً مرتفعاً بالإصابة بالسل. العقبة الأساسية: لا يوصف هذا اللقاح للأشخاص الذين يعيشون مع فيروس النقص المناعي البشري (HIV) مع أنهم الأكثر عرضة لتطور المرض. إنه في الواقع لقاح حي مخفف. يشرح فيليب فريس Philippe Fraisse من مستشفى ستراسبورغ المدني الجديد من فرنسا قائلاً: إنها سلسلة من عصية سل بقرية فقدت تأثيرها على البشر من كثرة زرعها في المختبر وفي الوقت نفسه تحافظ على قدرتها على إطلاق استجابات مناعية. الأبحاث ناشطة للغاية لاكتشاف لقاح فعَّال أكثر لكن العصية تنجح في تحويل جهاز المناعة لمصلحتها." من المستحيل أن نقول إذن حتى الساعة إن كانت الأبحاث ستتوصل إلى نتيجة.**

(1) Renaud Persiaux
(2) TUBERCULOSE UN NOUVEL ANTIBIOTIQUE BRISE SA RÉSISTANCE, Science & Vie 1146, pp 106-109

# قال لي إصبعي... (١)

**حدِّد غرضاً ويقول لك جهاز «الأيرينغ» (Eyering) أو «الخاتم العين» ماهيته في أذنك، قد يغيّر هذا الخاتم الذكي حياة المكفوفين فيحل مكان عصاهم البيضاء التقليدية!**

بقلم: فيليب فونتان (٢)

## صوت يرشد

ليستبين المكفوف العوائق أمامه يلتقط صورتين تبعد إحداهما عن الأخرى بضع لحظات؛ تنقل الصورتان إلى الهاتف الذكي ويعالجها برنامج **إعادة بناء بالأبعاد الثلاثة**، يبحث عن نقاط التوافق بين اللقطتين ويستنتج عمق المشهد أمامه (أنظر الصورة في السفل). يعمل دماغنا بالطريقة نفسها، فيستكمل المعالم من صورتين مختلفتين قليلاً لتراهما عينانا. بعد أن يعاد بناء الصورة بالأبعاد الثلاثة، تترجم بالكلمات وتشير إلى وجود عائق والمسافة التي تفصل بينكم وبينه، وينقل ذلك الوصف إلى **وحدة التركيب الصوتي** داخل الهاتف الذكي الذي ينقله إلى المستعمل عن طريق السماعتين. في النموذج التالي، يريد الباحثون استبدال كاميرا التصوير بكاميرا تصور طوال الوقت بطريقة يتم فيها إنتاج خريطة ثلاثية الأبعاد للبيئة المحيطة بالمستعمل تتغير بصورة مستمرة وفق تنقلاته

## جوهرة تقنية صُنعت بمكونات بسيطة

طَوَّر جهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "الخاتم العين" ثلاثة باحثين من معهد (ماساتشوستس) للتقنية (Massachusetts Institute of Technology)، أهم جامعة أميركية مختصصة في العلوم والتقنية. يستهدف جهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "الخاتم العين" أولاً المكفوفين، وعندما توجهون ذلك النموذج أمامكم، يلتقط صورة وينقلها إلى هاتف ذكي يحلل الصورة عبر برنامج معالج للصور، فيتم وصف المحتوى بالمشافهة. اختبر مكفوف الجهاز فأعجب بسهولة استعماله وفاعليته، وسارع باقتراح بعض التحسينات: كاميرا التصوير جيدة لكن من المفيد أكثر الحصول على رادار يحلل كل الأغراض التي يصوب أصبعه نحوها، نوع من عصا بيضاء افتراضية. يا له من تحدٍ! هذا ما قاله الباحثون الثلاثة الذين انكبوا على العمل مجدداً على نموذج متقن أكثر...

ركيزة الخاتم البلاستيكية صنعتها آلة ناسخة بالأبعاد الثلاثة

يخزن جهاز التحكم الدقيق وقتياً المعطيات التي تجمعها اللواقط

وحدة بلوتوث (في الداخل) تنقل المعطيات إلى الهاتف الذكي حيث تتم المعالجة

كاميرا مصغرة

يتزود الخاتم بالطاقة عن طريق بطارية قابلة لإعادة الشحن من الليثيوم أيون (في الداخل)

زر قاطع تيار

MIT MEDIA LAB

### إعادة البناء بالأبعاد الثلاثة




١ يلتقط الخاتم صورتين تبعد إحداهما عن الأخرى بضع لحظات

٢ يحلل البرنامج الصورتين

٣ ويعيد بناء المشهد ثلاثي الأبعاد

## المساعدة في التسوق

لا حاجة بعد الآن لمساعدة البائعين لاختيار ومناسبة الملابس: يكفي وضع عدسة جهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "الخاتم العين" على بعد سنتيمترات قليلة من القماش والتقاط صورة، يقارن برنامج الصورة بفضل شبكة من الألوان مخزنة في الذاكرة وتستنتج اللون الأقرب، وبفاعلية أكبر حتى يعرف الجهاز قيمة الأوراق النقدية. الجهاز عملي على وجه التحديد في الولايات المتحدة الأمريكية حيث الدولارات كلها من الحجم نفسه ومن اللون نفسه: يا لها من معضلة! لوضع برنامج التعرف؛ حلل الباحثون ما يميز كل قيمة عن الأخرى: الأحرف والأرقام بالطبع إلى جانب بعض الأنماط... ثم لقنوا البرنامج ليميز بين الأوراق النقدية المختلفة بعرض بعض الصور عليه من كل فئة التقطت من كل الزوايا؛ وكانت النتيجة أن جهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "الخاتم العين" يتعرف إلى ٨٠٪ من الأوراق النقدية التي عرضت عليه.




MICHEL SAEMANN POUR SVJ

## القراءة والترجمة

في نموذجهم التالي، رفعوا من حجم التحدي، سيصبح قادراً على التعرف إلى سعر على بطاقة أسعار، سواء كان على باركود أو على بطاقة ببُعدين. ومن ناحية عملية أكثر، يستطيع الجهاز أن يقرأ بصوتٍ عالٍ نصاً مطبوعاً، ويكفي أن يحرك المستخدم الكاميرا على طول الخط. أتتصورون أن تلك المسألة بسيطة؟ ليست بسيطة إلى هذا الحد: يتعين على البرنامج أن يتعرف إلى الأحرف والتأكد من أنها موضوعة في الاتجاه الصحيح؛ وفي حال لم تكن كذلك، تشير رسالة سمعية للمكفوف كيفية تحريكه للوثيقة لتسهيل القراءة. وبفضل تلك التقنية، يمكن لجهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "سماعة العين" أن يفعل أفضل من ذلك! إن تزويده ببرنامج ترجمة أوتوماتيكي، سيجعله قادراً على قراءة اللوحات المرشدة في أي لغة كانت وقراءة المحتوى للمستخدم. الباحثون مقتنعون أنه في حال أضافوا لواقط جديدة على الخاتم، سيضاعفون استعمالاته. يبقى أن نعرف كيف سيتمكنون من حشر كل تلك المعدات في علبة صغيرة إلى هذا الحد.

### + للاستزادة

**على شبكة الانترنت،** يعرض فيلم فيديو طريقة عمل جهاز "الأيرينغ" (Eyering) أو "سماعة العين" على الموقع التالي: vimeo.com/3720268.

هذا الرابط على: svjlesite.fr

(1) MON PETIT DOIGT M'A DIT…, Science & Vie Junior 281, pp 40-41
(2) Philippe Fontaine

# مِهَن التلفزيون (١)

بقلم: فلوريان دولامبيلي (٢)

خمسة قطاعات لنشق مكاناً لنا وراء الشاشة الصغيرة

## مخرج

**من هو؟** إنه قائد الفريق على خشبة التلفزيون. يحدد موقع الكاميرات، يعين مكان المقدمين أو الضيوف، والجو البصري... يقرر على كل شيء. خلال التصوير، يدقق من الإدارة التقنية بالشاشات الموصولة بالكاميرات ويتحول من شاشة إلى أخرى بحسب الصورة التي يرغب في عرضها على المشاهدين. يتصل لاسلكياً بضابطي اللقطات ويطلب منهم تعديل الصور (صورة مكبرة، صورة موسعة...).

**كم تدوم فترة دراستي؟** خمس سنوات بعد الحصول على شهادة الثانوية العامة في فرنسا. أولاً سنتان للحصول على شهادة الـ BTS أو الشهادة الفنية العليا "مهن السمعي البصري، تخصص مهن الصورة"، يقدم تلك الشهادة عشرون معهداً تقريباً. ثم ثلاث سنوات في مدرسة السينما (مدرسة لويس لوميار Louis lumière، فيميس Fémis...). يتم دخول المعهد من خلال مسابقة. ملاحظة: يقدم المعهد الوطني السمعي البصري (INA) دورات تدريبية مدتها سنة لكل حاملي شهادة الثانوية العامة زائد أربع سنوات جامعية BAC+4.

**المرشح المثالي؟** مبتكر، يتعين عليه أن يجد زوايا الكاميرا التي تضيف ديناميكية على البرنامج. خلال نقل الأحداث الرياضية مثلاً، يعطي مراسل متنقل يلحق بالعدائين خلال سباق الـ ١٠٠ متر الانطباع للمشاهدين بأنه يعيش السباق.

+ بدون روتين: كل برنامج يقدم بيئة مختلفة مع مواضيع مختلفة (أخبار، نقاش ورياضة وثقافة...)

- يعتمد على قنوات التلفزيون ولا يعرف إن كان سيحصل على عمل من أسبوع إلى آخر ومن يوم إلى آخر.

**متى أعمل؟** ساعات العمل غير منتظمة. إن الحلقات المسجلة تصور عادة في النهار لكن البث المباشر قد يتم في المساء وخلال عطلة نهاية الأسبوع.

**هل من مكان لي؟** القليل بما أن معظم المخرجين يعملون مستقلين. من الصعب الحصول على عقد لمدة غير محددة.

**كم أجني في الشهر؟** بين ٢٥٠ و٨٠٠ يورو (ما يعادل ١٢٥٠ إلى ٤٠٠٠ ريال سعودي) في كل يوم تصوير.

## أسئلة لـ تييري ليكويه Thierry Lécuyer

مخرج

**لماذا اخترت هذه المهنة؟**

كانت حلم من أحلام الطفولة. حضرت برنامجاً عندما كنت في السابعة أو الثامنة وقررت أنني أريد أن أعمل في المجال التلفزيوني. في سن الـ ١٤، قدمت برنامجاً للأطفال. في الواقع، اكتشفت مهنة الإخراج في فرع سينما الجيش خلال خدمتي العسكرية. فبدأت العمل لحساب وزارة الدفاع. بعد بضع سنوات، انتقلت إلى الإخراج التلفزيوني على مختلف القنوات (أنتين ٢ Antenne 2، م٦ M6، تلفزيون فرنسا France Télévisions...). تعاونت أيضاً في نشرات الأخبار، وفي برامج الصحة (Journal de la santé) وفي برامج رياضية.

**كيف تطورت مهنتك؟**

تحولت الأشغال أكثر فأكثر إلى آلية. بعض الكاميرات توجه آلياً: لم يعد من ضابط لقطة وراءها. واختلف إيقاع العمل أيضاً. مثلاً بالنسبة إلى برنامج "أرقام وحروف" (Des chiffres et des lettres)، كل الحلقات التي بث خلال أسبوع تصور واحدة تلو الأخرى، مما يؤدي إلى يوم عمل طويل للغاية. في السابق، كان العمل يمتد فترات أطول. لهذا السبب اليوم أفضّل البث المباشر. ليس من أجل الأدرينالين فحسب لأنه لا يحق لكم سوى لقطة واحدة بل أيضاً لأنه عندما تنتهي من التصوير، ينتهي عمل اليوم.

للمزيد من المعلومات حول تلك المهن اطلعوا على الموقع الإلكتروني التالي
www.svjlesite.fr

D. BARDOU/CANAL+

## مقدم

**من هو؟** إنه مقدم البرامج التلفزيونية (منوعات، تسلية، رياضة وثقافة...) إن كانت تلك البرامج تعرض مباشرة أو غير مباشرة، يتعين عليه أن يحضرها بدقة ويجمع المعلومات عن ضيوفه ويحضر أسئلة ويكتب "إصداراته" (مقدمات الأقسام المختلفة). هو الذي يضبط وتيرة البرنامج: في الألعاب، يتوقع منه أن يريح أعصاب المشتركين، بالمزاح معهم.

**كم تدوم فترة دراستي؟** ثلاث سنوات بعد شهادة الثانوية العامة للحصول على دبلوم من مدرسة الإعلام في باريس Paris في فرنسا. يتم دخول تلك المدرسة من خلال مسابقة مؤلفة من امتحان تحريري ومن مقابلة. إلا أن الدبلوم ليس أساسياً لنصبح مقدمي برامج. يمكنكم أن تجربوا حظكم من خلال التجارب التي تنظمها القنوات أحياناً: يتعين عليكم تقديم حلقة زائفة مع ضيوف زائفين.

**المرشح المثالي؟** لديه روح المرح والدعابة ويتعين عليه الظهور دائماً بوجه ممتع نحو المشاهدين!

+ تصل الأجور إلى الذروة في المحطات الكبيرة

- التنافس على تقييمات التلفزيون. المقدم يجلس على مقعد قاذف. قد يتوقف برنامجه من يوم لآخر إن لم تكن نسبة مشاهديه كبيرة.

**متى أعمل؟** ساعات العمل متفاوتة كثيراً وفقاً للتصوير والنقل المباشر وساعات بث الحلقات.

**هل من مكان لي؟** ازدياد القنوات (ت.ن.ت TNT، الكابل...) يوفر المزيد من الفرص. لكن المنافسة قوية: المرشحون كثر مقابل عدد قليل من المختارين.

**كم سأجني شهرياً؟** ابتداء من ١٥٠٠ يورو (ما يعادل ٧٥٠٠ ريال سعودي)... حتى عشرات الآلاف من اليورو للمقدمين النجوم.

## اختصاصي في الحيل السينمائية

**من هو؟** إنه المكلف بالتصميم والديكور وكل ما يظهر على الشاشة خلال بث برنامج ما. يجلس إلى جانب المخرج في الإدارة التقنية، يفتح مثلاً نافذة صغيرة ليبث تقريراً خلال نشرة الأخبار، يعرض الأسئلة التي تطرح على المرشحين في الألعاب ويصنع مقدمات البرامج... يحضر تلك الحيل على الحاسوب مسبقاً بفضل برامج مونتاج بالأبعاد الثنائية والثلاثية، لكي تكون جاهزة للبث في الوقت المناسب خلال التصوير.

**كم تدوم فترة دراستي؟** سنتين بعد الثانوية العامة للحصول على الشهادة الفنية العليا "مهن السمعي البصري، تخصص مهن الصورة". يقدم عشرون معهداً تقريباً هذا الدبلوم في فرنسا.

**المرشح المثالي؟** علاقته بالمعلوماتية جيدة. تتطور البرامج المعلوماتية بسرعة، يفترض على الاختصاصي في الحيل السينمائية أن يواكب التطورات وذلك بالتدريب والتكوين المستمر!

+ إمكانية العمل على المؤثرات الخاصة للسينما

- المهام تتحول إلى آلية: ينجز الاختصاصي في الحيل السينمائية ديكور نشرة الأخبار عند التصوير الأول. ثم يمكن للمخرج الاستغناء عن خدماته في تصوير النشرات التالية. مما يعني في النهاية، عمل أقل...

**متى أعمل؟** ساعات العمل غير منتظمة وتتوقف على التواريخ خلال تصوير البرامج.

**هل من مكان لي؟** القليل في التلفزيون لكن من المحتمل الحصول على مهمات في السينما.

**كم سأجني؟** ٣٥ يورو (ما يعادل ١٧٥ ريال سعودي) في الساعة على الأقل.

## ضابط اللقطة

**من هو؟** مصور يصور البرامج التلفزيونية. يضع سماعة الرأس على أذنيه ويتبع تعليمات المخرج: يجلس في الإدارة التقنية ويأخذ تعليمات المخرج بشأن الزوايا المختلفة التي ينبغي أن يلتقطها (صورة ضيقة، صورة موسعة، تحريك الكاميرا...). ضابط اللقطة مسؤول عن نقاوة الصورة وثباتها وبالطبع ضبط لقطتها.

**كم تدوم فترة دراستي؟** سنتين بعد الثانوية العامة للحصول على شهادة الـ BTS أو الشهادة الفنية العليا "مهن السمعي البصري، تخصص مهن الصورة". يقدم عشرون معهداً تقريباً هذه الشهادة في فرنسا. يتم الدخول إلى تلك المعاهد من خلال دراسة الملف المدرسي.

**المرشح المثالي؟** يقظ، عليه أن يرد تلقائياً على أوامر المخرج. سيكون من المؤسف تفويت هدف خلال مباراة لكرة القدم أو المفاجأة التي ترتسم على وجه ضيف خلال عملية نقل مباشرة على خشبة تصوير...

+ يعمل ضابط اللقطة أيضاً في السينما أو ينفذ تقارير على الأرض لنشرات الأخبار.

- عمل متقطع في المجال الفني، يمضي فترات من دون عمل بين عقدين. يعمل ضابطو اللقطات ٨٨ يوماً في السنة كمعدل.

**متى أعمل؟** من الصعب معرفة ساعات عمله مسبقاً لأن ذلك كله يتوقف على حاجات التلفزيون. يعمل نصف نهار في الليل كما في النهار، خلال الأسبوع وفي عطلة نهاية الأسبوع.

**هل من مكان لي؟** قليلاً للغاية! وحدها قنوات التلفزيون الرسمية لديها ضابطو لقطات يعملون بعقود غير محددة المدة. بالنسبة إلى الباقين، عليهم أن يعرّفوا المحطات بأنفسهم ليحصلوا على مهمات.

**كم سأجني؟** حوالى ٣٠ يورو (ما يعادل ١٥٠ ريال سعودي) في الساعة.

## اختصاصي الإضاءة

**من هو؟** اختصاصي الضوء. قبل أن يركب أي إنارة على خشبة التصوير، يتشاور مع المخرج لحصر جو البرنامج ويعرف عدد الضيوف وما شابه. كما يقترح على المخرج جو الإضاءة والألوان المختلفة المكونة له. خاصة "الأضواء الملاحقة"، البقعة الضوئية التي تلاحق المقدم أينما تنقل. خلال التصوير، يجلس وراء جهازه الملحق، ويشغل أجهزة الإنارة بطلب من المخرج.

**كم تدوم فترة دراستي؟** سنتين بعد الثانوية العامة للحصول على شهادة في المهن الفنية أو DMA "تسيير المشهد، تخصص إضاءة". ثلاثة معاهد تقدم ذلك التدريب الدراسي في فرنسا (France). يختارون الطلاب بعد دراسة ملفاتهم.

**المرشح المثالي؟** متوفر! يستدعى اختصاصي الإضاءة في أي وقت كان ليتوجه إلى موقع التصوير.

+ إنها مهنة تقنية وإبداعية. ينبغي إبراز قيمة الديكور والضيوف مع تجنب الخيالات المزعجة على خشبة التصوير.

- ساعات عمل طويلة. بعد التصوير، ينبغي فك كل أجهزة الإضاءة.

**متى أعمل؟** ساعات العمل غير منتظمة على الإطلاق: خلال الأسبوع، وفي عطلة نهاية الأسبوع... يكون حاضراً قبل التصوير وخلاله وبعد الانتهاء منه. قد يعمل اختصاصي الإضاءة من الصباح الباكر حتى ساعة متأخرة من الليل.

**هل من مكان لي؟** أجل، في التلفزيون والسينما والمسرح والكثير من المهرجانات المختلفة تبحث بانتظام عن اختصاصيي إضاءة. لكن العقود بفترات غير محددة تبقى نادرة.

**كم سأجني شهرياً؟** حوالى ألفي يورو (ما يعادل ١٠٠٠٠ ريال سعودي) في الشهر.

---

(1) Les métiers de la télé, Science & Vie Junior 280, pp 88-89

(2) Florian Delambily

# «أبوجيوس» Apogeios، مدينة النجوم[1]

بقلم: فابريس نيكو[2]




**هي في مدار حول كوكب الأرض، مدينة «أبوجيوس» (Apogeios)، التي ستحتضن في المستقبل عشرة آلاف نسمة وتؤمّن لهم كلّ ما ينعمون به من رفاهية مثل مدينة على الأرض. مشروع ضخم لا يخلو -مع ذلك- من الواقعيّة، ولو كان ثمرة خيال مهندسَيْن فرنسيّين. هيّا معنا في زيارة موجّهة للمدينة!**

# الفهرس



ILLUSTRATION MICHEL SAEMANN POUR SVJ

# مدينة في مدار الأرض

صحيح أنها مدينة فضائية، لكنّ الفضل في وجودها لا يعود للمخلوقات الفضائية. فهي وليدة خيال الإنسان. "أبوجيوس" (Apogeios)، ومعناها "الأرض البعيدة" في اللغة اليونانية، هي المدينة الفضائية الأولى في التاريخ. سوف تدور على علوّ يناهز ٤٠٠,٠٠٠ كلم، على مدار القمر نفسه. تتّسع لعشرة آلاف نسمة ولن تحتاج إلى الأرض كي تستمرّ. إنّه مشروع رائع، ثمرة علم صرف، لا دخل للخيال فيه؛ غير أن عدمَ وجود هذه المدينة حالياً يعود فقط، لأنّ دول العالم بكلّ بساطة، لم تقرّر بناءها بعد. وبحسب المهندسَيْن الفرنسيّين اللّذين عملا على تصميمها، وهما "بيار ماركس" Pierre Marx، المدير السابق لقسم الأبحاث في المركز الوطني للدراسات الفضائية، و"أوليفيي بوازار" Olivier Boisard، المهندس الاستشاري، فإنّ المستقبل لا يعرف المستحيل. أمّا ضخامة المدينة فلا تتعدّى الظاهر: في الواقع، تبلغ الكتلة الإجمالية لمدينة أبوجيوس (Apogeios)، ٧٥٠,٠٠٠ طن، وهي لا تتجاوز بكثير كتلة بعض ناقلات البترول التي قد تصل إلى ٦٨٠,٠٠٠ طن.

لا يختلف اثنان على أنّ بناء مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) لن يكون بين ليلة وضحاها؛ فهو يستلزم ما بين ثلاثين وأربعين عامًا، بكلفة تناهز ألفي مليار دولار. الكلفة باهظة بالنسبة إلى بلد واحد، ولكن ليست كذلك إذا ما توزّعت على بلاد الأرض كافة. فهي في تلك الحالة، تعادل سعر بطاقة دخول السينما للفرد الواحد بالسنة. أليست ميزة مغرية؟ إنها كذلك، خصوصًا عندما نرى النتيجة: مدينة عائمة في الفضاء. ما رأيكم بزيارة قصيرة للمدينة؟ اتبعوا مرشدنا.

**الكابلات**

عددها ٢٤، بقطر ٦٠ سم للكابل الواحد (أشبه بأعمدة جسر معلّق)، وهي تُمسك بعناصر المدينة مجتمعة.

**المرايا**

توجّه أشعّة الشمس نحو بيوت الزراعة المحمية، لتحسين نموّ النبات

**الوحدة السكنية**

بالإضافة إلى السكن، هناك أيضا المحلات التجارية وقاعات السينما والمتاحف...

**لوحات للطاقة الشمسيّة**

إطلالة خلاّبة ساحرة على الشمس (ذلك أنّها موجّهة دومًا صوب الشمس بالطريقة نفسها). تعمل المدينة بواسطة الطاقة الشمسيّة، وبإنتاج ٧ مليون واط لتغذية الوحدات السكنية والمناطق الصناعية وبيوت الزراعة المحمية. إشارة إلى أن المهندسين المصمّمين قد توصّلا إلى هذا الرقم انطلاقًا من الاستهلاك بالطاقة لمدينة فرنسية تضمّ ١٠٠٠٠ نسمة في العام ٢٠١٠. واستنادًا إلى أداء لوحات الطاقة الشمسية الحالية، لا بدّ من وجود مساحة ١٠ هكتارات لتلبية الطلب. في حالة "أبوجيوس" (Apogeios) تمتدّ المساحة المذكورة على شكل تلك الحلقة بعرض ٨٠ متر ومحيط خارجي تبلغ مسافته ١,٥ كلم.

## درع الثّرى

من الضروري حماية المدينة من "الرياح" التي تعبر النظام الشمسي: زوابع من جزيئات دقيقة متناهية الصغر (إلكترونات ونواة ذرّات)، تهبّ من الجهات كافّة وترسلها النجوم؛ وهي قادرة على تهشيم خلايا جسمنا إذا ما اعترضت طريقنا لا سمح الله. يحمينا من شرّها على الأرض الحقل المغناطيسي الّذي يزيحها ويحوّل مسارها، وكأنّه درع ضخم. أمّا في "أبوجيوس" (Apogeios)، فسلامتنا ستكون في ثرى القمر. في الواقع، إنّ هذا الغبار الممزوج بالبوليمر، سوف يُشكّل غلافًا واقيًا حول مناطق المدينة المأهولة، ومن شأن هذا الدرع بسماكة ٥٠ سم أن يعترض جزيئات الرياح كما توقف أكياس الرمل الرصاص. ويبلغ الوزن الإجمالي للطبقة الواقية ٣٦٠٠٠٠ طن، أي ما يقارب نصف الكتلة الإجمالية للمحطة! من هنا تظهر أهميّتها..

## موقع استراتيجي

لن تُبنى مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) في أي موقع كان، فالمهندسان المصمّمان قد اختارا لبنائها نقطة محدّدة من مدار الشمس، تُعرف بتسمية نقطة "لاغرانج" (lagrange) من نظام الأرض- القمر. عند هذه النقطة، تكون الأرض والقمر ومدينة "أبوجيوس" (Apogeios)، في مواقع ثابتة، وتشكّل قمم مثلّث متساوي الأضلاع. موقع عمليّ للتبادلات مع الأرض (نقل الأشخاص والأغذية) ومع القمر (موادّ البناء) على حدّ سواء. في الواقع، لو لم تكن مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) على مسافة ثابتة، لوجُب انتظار أن تصبح عند النقطة الأقرب من الأرض أو من القمر، لتتمكّن مركبة شحن من الوصول إلى المدينة أو مغادرتها.

قمر

أبوجيوس (نقطة لاغرانج)

الأرض

## بيوت الزراعة المحمية

يُزرع فيها كلّ ما تحتاج إليه المدينة لتلبية احتياجات سكانها: الفاكهة والخضار في البيوت الكروية، والحبوب في الحلقات.

## الوحدة السكنية

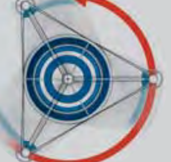


## أنفاق الاتصال

الأنفاق مزوّدة بمصاعد وهي تتيح التنقّل في المدينة.

## الثبات على الأرض

تُبيّن هذه الرسوم كيفيّة تثبيت سكّان "أبوجيوس" (Apogeios) أقدامهم على الأرض بفضل جاذبيّة اصطناعيّة؛ ذلك أنّ جسم الإنسان لا يتناسب وانعدام الجاذبيّة. فبدون الجاذبيّة، تضمر العضلات وتصبح العظام هشّة، ولا يتدفق الدم جيدا. مستحيل تعريض الإنسان لتلك الآلام خلال طول فترة حياته. لهذا السبب، سوف تدور مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) حول نفسها، بسرعة دورة واحدة بالدقيقة: ومن شأن القوة الدافعة (الطرد المركزي) أن يتيح للسكّان الاستفادة من جاذبية اصطناعية تحاكي الجاذبيّة على الأرض. إشارة إلى أنّ الدوران في وسط المدينة، من جهة المنطقة الصناعية، سيكون معدومًا، بما أنّ المحور الّذي يدور من حوله الهيكل يمرّ من هناك. فتنعدم الجاذبية، ما يعود ببعض الفوائد على المصانع أو المنشآت الرياضية (راجع ص ٢٦-٢٧)



**إنّ "أبوجيوس" (Apogeios)، بدورانها حول نفسها، تولّد قوة دافعة تحاكي جاذبية الأرض.**

## المنطقة الصناعية والترفيهية

إليها تصل مركبات الشحن الآتية من الأرض أو من القمر، ونجد فيها المصانع التي تنتج الآلات الضرورية للسير الحسن للمدينة. وتحت إحدى القبّتين صُمّمت منطقة مخصّصة لوسائل الترفيه.

ILLUSTRATION: MICHEL SAEMANN POUR SVJ

# ورشة بناء روبوتات



لا شكّ في أنّها ورشة العصر. وهي تقع بالتحديد عند نقطة "لاغرانج" (Lagrange) (راجع ص ١٧)، على مسافة ٤٠٠,٠٠٠ كلم من الأرض والقمر. تُصنع مقوّمات "أبوجيوس" (Apogeios) وعناصرها كافة في المركبات (المصانع الضخمة التي تظهر في خلفيّة الصورة). إنّه تغيير جذريّ في المنهجية بالنسبة إلى المحطة الفضائية الدولية، التي تُعدّ إلى هذا اليوم المثال البارز الوحيد للبناء في الفضاء. في الواقع لقد أُنتجت قطع المحطة الفضائية الدولية على الأرض، ومن ثمّ أُرسلت إلى الفضاء قبل أن تُجمع على شكل مدار. في حالة "أبوجيوس" (Apogeios)، ليس واردًا القيام بالأمر نفسه. ما السبيل إلى ذلك بكتلة إجمالية تناهز الـ٧٥٠٠٠٠ طن ( مقابل ٤٠٠ طن للمحطّة الفضائية الدولية)؛ ما يعني إطلاق عشرات الآلاف من الصواريخ من الأرض إلى الفضاء، ويؤدي إلى كلفة مرتفعة. لهذا السبب، تُصنّع عناصر المحطّة في الفضاء قبل أن تُجمع حول هيكل على شكل نجمة كبيرة بثلاثة فروع.

لكن ما مصدر المادة الخام، ستكون على وجه الخصوص



في الفراغ الفضائي، تتحرك الأذرع الآلية بلا كلل

ILLUSTRATION: MICHEL SAEMANN POUR SVJ

## الثرى القمري

يغطّي الثرى سطح القمر بأكمله، ويمتدّ أحيانًا على أمتار عدّة. يتألّف بشكل رئيسي من حطام النيازك. فعند ارتطام هذه الأخيرة بسطح القمر، تتفتّت ومعها جزء من الصخر على القمر، وتنتشر على شكل ذرّات دقيقة. هذا الغبار يمثّل منجم ذهب.. أو على وجه التحديد منجم حديد وألمنيوم ومغنزيوم وسيلكون.. وهي كلّها معادن ضرورية وحيويّة لبناء "أبوجيوس" (Apogeios): فالألمنيوم والحديد ضروريّان للهيكل الصلب، والسيلكون للزجاج ولوحات الطاقة الشمسية.. من الثرى نستخرج أيضًا الأكسيجين الّذي سيدخل في تركيبة الجوّ الاصطناعي لـ"أبوجيوس" (Apogeios). لكنّ الثرى لا يُجمع كما الرمل. فهو مؤلّف من حبّات مسنّنة أصغر حجمًا من حبّات الرمل؛ ما يجعل منه سُمًّا ينفذ في كلّ مكان، بما في ذلك جسم الإنسان. أما تنشّقه فيوازي حكّ الرئتين بورق الزجاج! ولذلك، يتمّ جمعه ومعالجته آليًا، على سبيل المثال، بواسطة آلات سفّاطة مزوّدة بصناديق قلّابة محكمة السدّ.

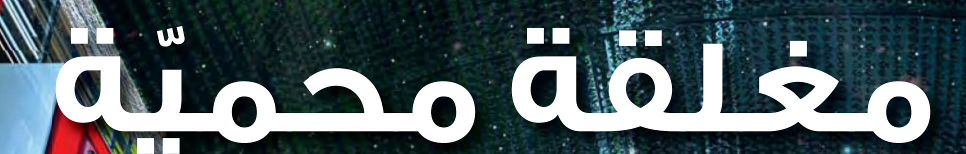
المعادن، التي تُستخدم في صناعة العناصر؟ مصدرها القمر! فبما أنّ الجاذبية على سطح القمر تقلّ عن جاذبيّة الأرض بستّة أضعاف، من السهل تنظيم الرحلات الضرورية للصواريخ لنقل المواد المستخرجة من الثرى، (أنظر المربّع أعلاه). وفي ذلك أيضًا اختصار للكلفة.

مع إنجاز الوحدات السكنية، تبدأ "أبوجيوس" (Apogeios) بالدوران حول نفسها، فتصبح المحطّة متماسكة: فمن أثر القوة الدافعة (الطرد المركزي) في دفع الوحدات السكنية نحو الخارج، أن يشدّ شبكة الكابلات (وقطرها ٦٠ سم) التي تؤمّن تماسك الهيكل، فتُضاف الأنابيب الليّنة وأنفاق الاتّصال التي تربط النواة المركزية بالمناطق السكنية، إشارة إلى أن الورشة مشغّلة آليًا؛ ما يختصر الوقت.

في الواقع، تدلّ خبرة طواقم المركبات الفضائيّة أو خبرة المحطة الفضائية الدوليّة، إلى أنّ الملّاحين يحتاجون في كثير من الأحيان إلى ساعات عدّة للقيام ببعض التصليحات البسيطة في الظاهر، فليس سهلًا التحرّك وسط انعدام الجاذبيّة، وتأدية حركات محدّدة وهم يرتدون البزّة الّتي تكاد تعيق تحرّكهم. فضلًا عن ذلك، لا يحقّ للعاملين في الفضاء الوقوع في الخطأ: فمن الضروري لهم أن يتشبّثوا بشيء ما، وإلا ابتلعهم الفضاء إلى الأبد! مع ذلك، من الضروري وجود بعض الأشخاص لمراقبة أسطول الروبوتات، والتدخّل في الحالات الطارئة.

# الحياة داخل وحدة





# مغلقة محميّة

في ساحة المدينة، رجال ونساء يدردشون بهدوء، أولاد يلعبون، والمقاهي تعجّ بالروّاد. الحياة هانئة وادعة.. إنها لميزة مهمّة! فسرّ نجاح مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) أن ينعم سكّانها بالعيش الهانئ. يا له من تحدّ: تصميم مدينة ينسى سكّانها أنهم يعيشون داخل صندوق هائل وسط الفراغ. للوهلة الأولى لا تبدو الوحدات السكنية فاخرة مترفة: كرتان كبيرتان تربط بينهما كرتان صغيرتان. أمّا مساحة الوحدة فلا تتعدى ٤٠٠ متر بالطول: إنها مساحة حلبة لألعاب القوى. لا خطر لأن يتوه فيها أي كان! أما العلو فيبلغ ١٠٠ متر، ما يوازي علوّ الطابق الثاني لبرج إيفل. مساكن لا تمتّ بصلة إلى مساكننا الواسعة الشاسعة. لكنّها لحسن الحظ، مزوّدة بواجهات زجاجية كبيرة تتيح للساكن فيها إمكانية تأمّل كوكب الأرض: إنها تناسب الأشخاص المصابين برُهاب الاحتجاز. تتّسع كلّ وحدة لأكثر من ٣٠٠٠ شخص بقليل؛ وتعادل الكثافة السكّانية فيها، تلك المسجّلة في مدينة كبيرة: ١٠٠ م٢ لكلّ فرد من السكان.

صُمّمت المدينة بحيث تشبه كبرى مدن الأرض، فلا يشعر سكّانها بالغربة. مع ذلك، فالاحتياطات الأمنيّة المتّخذة ضمنها فيها الكثير من المبالغة، ولا تخلو من القيود. الكلاب والقطط وغيرها من الحيوانات الأليفة غير مرحّب بها؛ فهي قد تنقل معها الجراثيم إلى السكان. والأوبئة هي من أسوأ ما قد يهدّد مكانًا مغلقًا مثل مدينة "أبوجيوس" (Apogeios).

للسبب نفسه، لا يُحبَّذ زرع الممرّات بالشجيرات والأزهار. في البداية، وضعت بعض الشتول الاصطناعية للتزيين، ولكن كان لا بدّ من حلّ لإضفاء بيئة خضراء غير مؤذية: هل يمكنكم تخيّل حياة كاملة وسط أبنية الباطون، من دون شجرة صغيرة أو قليل من العشب؟ إنها لحياة محبطة! تجنّبًا لإصابة السكّان بالكآبة، ارتأى المصمّمان إضفاء بعض الألوان والأشكال الجميلة، ونفحة من الإبداع بحيث تكون المباني السكنيّة والمراكز التجاريّة والمباني العامّة بهجة للنظر وتتمّ الاستفادة المثلى من المساحة المتوفّرة.. فتلك المباني ترسم الأفق الوحيد لسكان "أبوجيوس" (Apogeios).

تحت الكوّة ومع إطلالة على الأرض، تستمرّ الحياة بهدوء وهناء

ILLUSTRATION: MICHEL SAEMANN POUR SVJ





# حقول وسط الفضاء

تنتشر في المدينة البيوت المحمية حيث تُزرع المحاصيل الضرورية للسكان؛ ومنها الفاكهة والخضار والحبوب، لإطعام ١٠٠٠٠ نسمة. كما يُزرع الكتان والقطن لصناعة الملابس والنباتات الطبيّة لصناعة الأدوية والعقاقير.. فالمدينة الفضائية تسعى إلى أكبر قدر ممكن من الاستقلاليّة اختصارًا لرحلات التموين المنطلقة من الأرض. لكنّ البيوت المحمية تتمتع بدور أساسي آخر: إعادة تدوير هواء المدينة. في الواقع، فإن النباتات تمتصّ ثاني أكسيد الكربون الّذي تُخرجه الرئتان، ويبعث جزيء الأكسجين الذي يتنفّسه الإنسان. بغية الحفاظ على جوّ "أبوجيوس" (Apogeios) صالحًا للتنشّق، تعالج النباتات يوميًا ما يعادل ١٠ طن من ثاني أكسيد الكربون. وتتكفّل بهذه المهمّة المساحة الصالحة للزراعة والممتدة على ٣٠ هكتارًا.. في هذا السياق، إشارة إلى أنّ تأهيل تلك المساحات المخصصة للزراعة هو من أصعب مراحل المشروع. في الواقع، تحضن النباتات والمحاصيل عددًا كبيرًا من البكتيريا ومنها ما هو ضروري لنموّها، لكن يُخشى في بيئة مُغلقة مماثلة أن تتكاثر بعض أجناس الميكروبات التي قد تصيب الجوّ النظيف في المحطة بالاختلال، حيث تبثّ كميّات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون. على سطح الأرض، تنتظم الأمور بشكل طبيعي نظرًا لأنّ البيئات الطبيعية تتّصل الواحدة منها بالأخرى. ولكن لا يصحّ الأمر نفسه على حالة "أبوجيوس" (Apogeios) حيث ينبغي حماية محتوى البيوت المحمية بأفضل ما يمكن: فلا تراب ولا مياه راكدة، تشجّع نموّ الجراثيم. فتُصَفّ الشتول على شبكات، بحيث تبقى جذورها معرّضة للهواء. أما حاجتها من الماء والمغذّيات الضرورية لنموّها، فتزوّدها بها بخّاخات آليّة. على الرغم من تلك الاحتياطات، فإنّ العلماء على يقين بأنّ البكتيريا سوف تتوصّل في النهاية




إلى التكاثر. لهذا السبب يعمدون كل ثلاث سنوات تقريبًا، إلى تنظيف شامل للبيوت. فتفرغ وتُعرّض للفضاء ولأشعة الشمس ما فوق البنفسجيّة (وهي أفضل المطهّرات في العالم) قبل أن تُملأ بالبذور الجديدة. من هنا تبرز أهميّة أن تكون البيوت مستقلة الواحد منها عن الآخر. فبينما يتوقّف بعضها عن العمل يستمرّ البعض الآخر في تغذية المدينة بالهواء النقي والطعام.

## الحدائق والبساتين

تمتدّ الزراعات البقوليّة على ٢٨ دائرة بقطر ٢٥ سم. بساتين حقيقية للفاكهة والخضار، أما الحبوب والكتّان والكولزا فتُزرع في "حقول": ثلاث طبقات من العوامات الكبيرة على شكل دائرة نصف قطرها ٤٥٥م حول نواة المدينة "المنطقة الصناعية والترفيهية" (راجع الرسم ص ١٨-١٩). المصطلح عوّامة مناسب في هذا السياق: فالبيوت المصنوعة من البولي بروبلين قابلة للنفخ، فهي بالتالي خفيفة وسهلة الصنع!.. لكن لماذا لا تستفيد تلك المحاصيل من درع الثرى؟ لأنها ليست بحاجة إليه. فمقاومة النبات أكبر من مقاومة خلايا الجسم لرياح الجزيئات التي تعبر الفضاء. بالمقابل، يرتدي العاملون داخل البيوت المحمية بزّات عازلة. وبغية الحدّ من تدخّل الإنسان، يُعهد إلى الروبوتات بمهمّة العناية بالمحاصيل. لا بدّ أنّكم استنتجتم أنّ "أبوجيوس" (Apogeios) نعمة للنباتيّين. ليس واردًا المخاطرة وإدخال المواشي ومعها الفيروسات والبكتيريا التي تهدّد الحيوان والإنسان أيضًا. وبانتظار حلّ ما، قد يكون على سبيل المثال الحاجة إلى اللحم، يجدر بمحبّي ضلوع البقر أن يبقوا على الأرض.

ILLUSTRATION: GRÉGOIRE CIRADE POUR SVJ

# الرياضة والعمل في



*على الأقلّ في الفضاء لا يكون المرء مقيّدًا بعمله!*

نحن في قلب المدينة، حيث الجاذبية شبه معدومة، ما يتيح فوائد عدّة. في الواقع، كلّ شيء يطوف وسط انعدام الجاذبيّة. فينقل الشخص ما يشاء بدون أن يبذل أي جهد: حتّى أنه يحمل آلة وزنها طن بإصبعه الصغير. لذا فإن المنطقة بأكملها تعتمد على الإمداد وعلى الصناعة. تصل إليها المركبات آتية من الأرض والقمر، محمّلة بالبضائع والموادّ المختلفة. ويتيح انعدام الجاذبية تفريغها بسهولة. وهناك أيضًا تُجمع الآلات المُمَكْنَنَة الّتي تدير المدينة، ومنها الجرّارات الزراعية المستخدمة في بيوت الزراعة المحمية.

يُستخدم الموقع، الموصول بالمناطق السكنية الثلاث بواسطة أنفاق بطول ٩٠٠ متر، كملاذ في حال اقتضت الضرورة إخلاء واحدة من تلك المناطق إخلاء طارئًا، وقد يحصل ذلك في حال ارتطم بها بعض النيازك أو شَبّ حريق ما. ما هو الأسوأ؟ وباء فتّاك قاتل قد يُهلك المدينة بأكملها، في هذه الحالة -وكما يحصل على متن السفن- يجد الركّاب في نواة المدينة (المنطقة الصناعية والترفيه) زوارق إنقاذ آلية تُجليهم باتّجاه الأرض.

ILLUSTRATION: RENO POUR SVJ

# انعدام الجاذبية



في النواة المركزية لـ"أبوجيوس" (Apogeios) أيضًا، يرتاد السكّان المدرّج الرياضي. فُتحت إحدى القبّتين بقطر ١٠٠ متر، يشاهدون مباريات..كرة القدم الطائرة؟ أو الروغبي الطائر؟ لا نعرف بعد نوع المباريات، لأنه ينبغي قبل بناء المدينة اختراع رياضات تمارَس وسط انعدام الجاذبيّة، لا تسقط فيها كرة تمّت إصابتها، أو لا يطير فيها حارس مرمى.. وقد أطلقنا العنان لمخيّلتنا: اللاعبون يرمون الكرة في مرمى طاف، ويتحرّكون بواسطة نفّاثات مصغّرة موضوعة داخل بدلاتهم الخاصة، والجاذبيّة ضعيفة بحيث تكفي دفعة واحدة لقذفهم إلى الأمام. بالمقابل، لا مجال على المدرّجات لإطلاق صيحات التشجيع والحماسة؛ فالمشاهدون يبقون مثبّتين بقوّة إلى مقاعدهم. إلى جانب الملعب الرياضي، يتيح مركز ترفيهي لسكّان "ابوجيوس" (Apogeios) الاستفادة من وسائل تسلية اصطناعيّة أصبحت ممكنة بفضل انعدام الجاذبيّة، ولكن لا بدّ من اختراعها، ذلك أنّ القفز بالحبل مُحبط وسط انعدام الجاذبيّة...

لاعبو الدفاع
يطفون بعض الشيء

بعد غد

# الانطلاق إلى عوالم جديدة




الأرض، العام ٢١٥٠م. مدينة "أبوجيوس" (Apogeios) قد افتُتحت قبل ذلك بمئة عام. وقد كانت التجربة مقنعة: ازدهرت المدينة وأثبتت أنّ الإنسان قادر على العيش في الفضاء. بموازاة ذلك، شُيِّدت مدن كثيرة أخرى. في البداية على مقربة من "أبوجيوس" ١، وفي مرحلة لاحقة أبعد منها: في ضواحي كوكب المريّخ، ومن ثمّ أبعد منه، على مقربة من المشتري وزُحل.. في مطارات الأرض الفضائية، يتزاحم بعض المتطوّعين للانطلاق إلى وجهات بعيدة. لكنّهم لا يُشبهون روّاد أبوجيوس ١ من حيث التجربة. فالمدينة الفضائية الأولى لم تبعد عن الأرض سوى بضعة أيّام، ولم تكن الصلة بينها والكوكب الذي نعيش عليه مقطوعة بالكامل. فسكانها بإمكانهم مشاهدة الأرض عبر الواجهات الزجاجية. لكنّ الأمر مختلف من كوكب المريّخ، حيث تصعب الاتصالات: لا تتخيلوا حديثًا مع صديق عبر السكايب؛ في الواقع يلزمه ربع ساعة لتلقّي "صباح الخير"، فيما تنتظرون الوقت نفسه لتلقّي ردّه.. الأمر الآخر، إنّ تلك




**الرحلة إلى كوكب المريخ قد انطلقت من المدرج ٦**

المدن الجديدة، التي تبعد عن الأرض أكثر فأكثر، ستكون معزولة أكثر فأكثر. ثمن الاقتراب من المشتري وزحل ومن مجموعة الكواكب التابعة لهما (١٦٠ للاثنين)! عوالم كثيرة تنتظر اكتشافها واستغلالها قبل الابتعاد أكثر خارج النظام الشمسي. فمن خلال تشييد مدن كبيرة، قادرة على الانتقال والسفر لمدة قرون، ستتاح فرصة بلوغ أراض وكواكب أخرى يستطيع الإنسان أن يطأها بقدمه، فتتحقّق نبوءة أبُ الملاحة الفضائية "كونستانتين تسيولكوفسكي" (١٨٥٧-١٩٣٥) Constantin Tsiolkovski الذي ألهم مصمّمو مشروع أبوجيوس: "الأرض مهد الإنسانيّة، لكن لا يمكن الإنسان تمضية الحياة بأكملها في المهد".

## + للاستزادة

**على شبكة الانترنت، مدّدوا زيارة "أبوجيوس" (Apogeios) على الرابط** www.e-archipel.net/Apogeios_1.html، **واستمتعوا برسوم متحرّكة خلابة ثلاثية الأبعاد. الرابط المباشر على:** svjlesite.fr

(1) APOGEIOS, LA CITÉ DES ÉTOILES, Science & Vie Junior 282, pp 40-53
(2) Fabrice Nicot



السكان، المحيط، الحياة الحيوانيّة، الحياة النباتيّة...

# فوكوشيما

# كارثة على كل

بقلم: رافاييل بريو (٢)

J.SOUTEYRAT



▼ في الأماكن العامة في فوكوشيما (Fukushima) عدادات تُظهر مستوى التلوّث الإشعاعي على مدار الساعة.

(١)

# ما المستويات!

أدّى انفجار مفاعل فوكوشيما (Fukushima) في اليابان في مارس ٢٠١١م إلى بوادر كارثة نوويّة شبيهة بكارثة شرنوبيل (Chernobyl). بعد مرور عامين، كيف هو الوضع في ذلك المكان؟ الدراسات الأولية رغم ندرتها تؤكد أن النتائج كارثية وغير متوقعة على حد سواء! ولا شك أن الأسوأ قادم.

بعد عامين على حادثة فوكوشيما داييشي (Fukushima Daiich)، يتبيّن أنّ الكارثة حقيقية. فهناك أراض شاسعة غير صالحة للسكن أو الزراعة طيلة عقود، لا بل قرون. مناطق بحريّة عدة يُمنع فيها الصيد. تعيش عائلات تحت تهديد الإشعاع فيما تشعر بخوف وقلق دائمين. ماذا لو لم يحّل الأسوأ بعد؟

ندرك أنّ بعض آثار الإشعاع يمكن أن تستغرق سنوات لتظهر. لكن في هذه الأثناء، كم يعتبر خطراً الاستهلاك المنتظم لموادّ لا نعرف كم بكريلاً تحوي (البكريل هو وحدة قياس التلوث الاشعاعي)؟ ما الخطر الذي يواجهه الأطفال الذين يكبرون على أراض ملوثة بالنظائر المشعّة؟ لا يتوفر أيّ جواب واضح. رغم أنّ هذا يبدو غير قابل للتصوّر، بسبب قلّة المعلومات العلميّة الموثّقة عن الأثر البيئيّ والصحيّ للكارثة النوويّة.

سبق أن وقع الأرخبيل ضحيّة الذرّة. فقد انهالت عليه قنابل هيروشيما (Hiroshima) الذريّة ومن ثم ناغازاكي (Nagasaki) في ٦ و٩ أغسطس عام ١٩٤٥م. أجريت دراسات ما تزال تشكّل مرجعاً علمياً عن آثار الإشعاع الحادة وارتباطها باللوكيميا والسرطان.

من جهة أخرى، فرض الأمريكيون بالتواطؤ مع السلطات اليابانية تعتيماً على وسائل الإعلام، لإجبار ضحايا القنبلة الذريّة على الصمت.

ما لا يصدّق أيضاً أنّ القرن العشرين شهد حادثين نوويّين ضخمين: ثري مايل آيلند (Three Mile Island) في ٢٨ مارس ١٩٧٩م في ولاية بنسلفانيا (Pennsylvania) (الولايات المتحدة الأمريكية)... والآخر شرنوبيل (Chernobyl) في أوكرانيا في ٢٦

SOURCE: MEXT JAPAN (JUIN 2012)

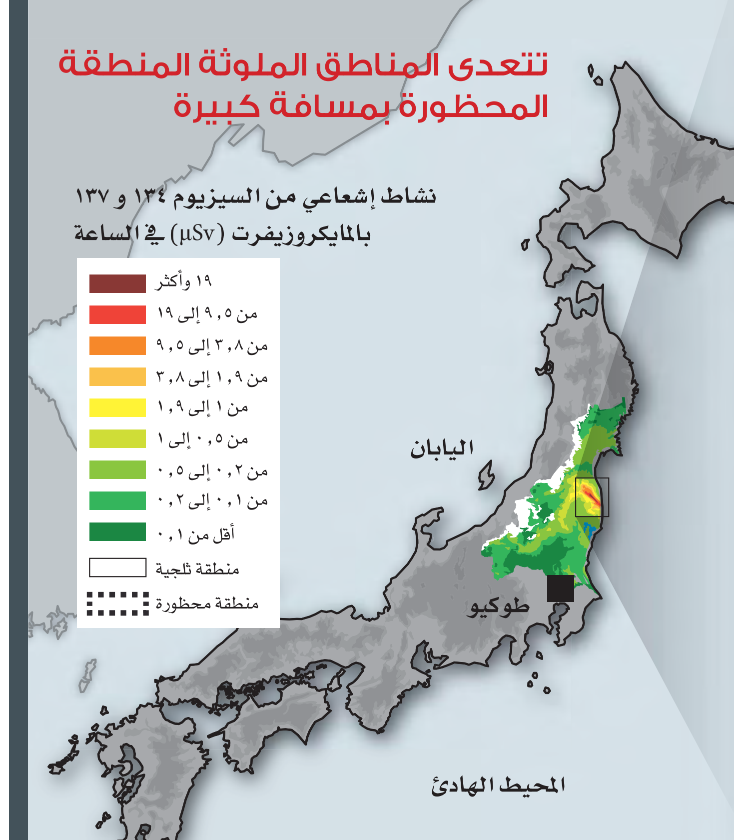
## من شرنوبيل (Chernobyl) إلى فوكوشيما (Fukushima) بالأرقام.

**الخطورة:** صُنّف حادثا فوكوشيما (Fukushima) وشرنوبيل (Chernobyl) النوويان وحدهما ضمن المستوى السابع وهو الأعلى على مقياس أينس (INES) أو المقياس الدوليّ للحوادث النوويّة. في اليابان، أدّى انقطاع الإمداد بالكهرباء ومصادر التبريد إلى ذوبان قلب ٣ مفاعلات، كما أدّى فقدان السيطرة على التفاعل النوويّ في أوكرانيا إلى انفجار قلب المفاعل.

**الانبعاثات:** أطلق فوكوشيما داييشي (Fukushima Daiich) في الغلاف الجويّ غازات نادرة كما في حادثة شرنوبيل (Chernobyl)، إجمالي قياسها وصلت إلى ٦٥٠٠ بيتابكريل تقريباً، ولكن بنسب مختلفة من الغازات، فمثلاً في فوكوشيما مقارنة بشرنوبيل، وُجد عشر اليود المشعّ فقط (٤٠٨ بيتابكريل مقابل ٤٢٦٠)، وعشر التلوريوم الإشعاعيّ (١٤٥ بيتابكريل مقابل ١٣٩٠) وثلث السيزيوم الإشعاعيّ (٥٨ بيتابكريل مقابل ١٦٨).

**السطح والسكّان المتأثّرون:** تأثرت الأرض في اليابان بشكل أقلّ لأنّ المحيط استوعب جزءاً كبيراً من الانبعاثات. تتوزّع بقايا السيزيوم ١٣٧ التي تفوق الـ٦٠٠٠٠٠ بيتابكريل في المتر المربّع على مساحة ٦٠٠ كلم مربع، مقابل ١٣٠٠٠ كلم مربع في أوروبا الشرقية، أي مساحة أقلّ ٢٠ مرّة. لكن بما أنّ الكثافة السكانيّة في اليابان أعلى، فإنّ عدد الضحايا أقلّ بضعفين.

AFP - KYODO/REUTERS - Y.KANNO/AFP




## محطة نووية في أزمة...




**١١ مارس ٢٠١١م:** ضرب زلزال بقوّة ٩ درجات اليابان وأحدث تسونامي هائلة. غمرت المياه مفاعل فوكوشيما داييشي (Fukushima Daiich) وبلغ ارتفاعها ١٤ إلى ١٥ متراً فوق سطح البحر، أي أكثر من ضعف التوقّعات القصوى.

**١٢ مارس ٢٠١١م:** حدث انفجار أول وتمّ إطلاق انبعاثات إشعاعيّة في الغلاف الجويّ...

**٢٥ مارس ٢٠١١م:** لم يعد المفاعل يطلق نظائر مشعّة في الجوّ لكنّ شركة الكهرباء المسؤولة عن المفاعل تبكو (Tepco) أعلنت أنّه ستفرغ في المحيط مياه تبريد ملوثة إشعاعياً.

**١٦ ديسمبر ٢٠١١م:** أصدرت الحكومة اليابانية مرسوماً بتجميد عمل المفاعلات المتضرّرة وباتت المفاعلات نسبياً في وضع آمن.





**٢٥ يناير ٢٠١٣م:** مجدداً، امتلأت خزانات المياه الإشعاعيّة امتلاءً شبه كامل وأفرغت شركة تبكو (Tepco) في البحر مرة أخرى سائلاً أزيل تلوّثه جزئياً. لم تكن حال الوقود النووي الذائب معروفة مطلقاً. ما زال آلاف الرجال يتناوبون اليوم على محاولة استعادة السيطرة على المنشآت النووية.

أبريل ١٩٨٦م. بعد مضيّ أكثر من ربع قرن، مازالت حصيلة ضحايا شرنوبيل تشكّل جدلاً، إذ تتراوح بين بضعة آلاف وما يقارب المليون وفاة.

هل ستتكرّر القصة في فوكوشيما (Fukushima)؟ إذا بقيت الدراسات نادرة جداً بعد مرور سنتين على الكارثة، فهي تكشف ظواهر غير مسبوقة، معضلات جديدة. المحيط ملوّث تلوّثاً لا مثيل له. لم تسجب الترب والغابات كالمتوقع. تشهد الحيوانات أولى آثار الإشعاع التي لم يسبق أن لوحظت. لكن بعيداً عن المأساة، أمام فوكوشيما (Fukushima) تحد يتمثّل بأن يتمكّن العلم من توفير إجابات – أخيراً – على نتائج الحادث النوويّ كلّها.

# التعايش مع الخطر غير المرئيّ

يسود الصمت في اليابان بعد عامين على الكارثة. في العلن، لا يشكّل أثرها الصحيّ موضوع أحاديث. لكن في طوكيو، كيوتو، (Tokyo ،Kyoto) وفي معظم المدن الكبيرة، تمتلئ أقسام المتاجر بخضار وُضعت عليها ورقة تشير إلى أنّ مصدرها الأراضي الملوّثة، ويجب ألا تستبعد بدافع المسؤولية الوطنيّة كونها لا تتجاوز بحسب السلطات نسبة الإشعاع التي حدّدتها الحكومة.

## ما زال الوقت مبكراً جداً للمعرفة

لكنّ رقماً صدر في نوفمبر الفائت أثار موجة قلق. أصدرت جامعة فوكوشيما (Fukushima) النتائج المؤقّتة لدراسة حول الحال الصحّية لـ٣٦٠ ألف شاب دون الـ١٨ ممّن كانوا يعيشون في المحافظة لحظة وقوع الحادث. ظهرت لدى ٤٠٪ تقريباً من الأولاد الـ٩٦ ألفاً الذين خضعوا للتصوير بواسطة الموجات فوق الصوتية للغدة الدرقية تكيسات. فقد رأى الأهالي الذين فقدوا صوابهم إشارة إلى تفجّر السرطان مستقبلاً.

في الواقع، هذه الغدّة الموجودة حول القصبة الهوائية تلتقط بشكل طبيعيّ اليود المشعّ الذي ينبعث لدى وقوع حوادث نووية، والأولاد الذين تشهد غدتهم الدرقيّة نمواً معرّضون لالتقاطه بشكل أكبر. حتى لو اختفى النظير المشعّ سريعاً جداً (متوسط نصف العمر يبلغ ٨ أيام)، يمكن للسرطان الناتج من تثبيت اليود بهذه الغدة أن يظهر على المدى الطويل. يقول جان رنيه جوردان Jean-René Jourdain الأخصائيّ في حماية الإنسان في معهد الحماية من الإشعاع والسلامة النووية: "في شرنوبيل (Chernobyl) وبعد ٢٧ عاماً على الحادث، نعرف أنّ ٧ إلى ٨ آلاف حالة سرطان غدّة درقيّة هي منسوبة مباشرةً إلى اليود المشعّ، وقد أصابت كلّها أشخاصاً كانوا أطفالاً

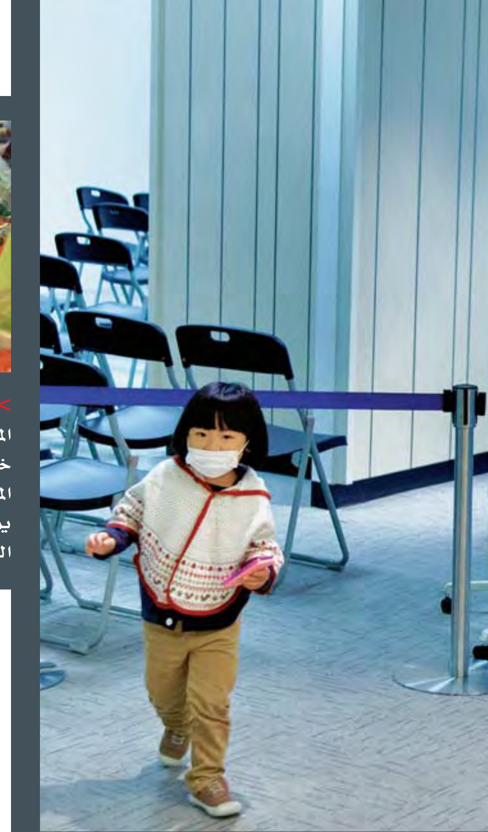



< أقلقت دراسة عائدة لنوفمبر عام ٢٠١٢م العائلات: ظهرت لدى ٤٠٪ من الأطفال الـ٩٦ ألفاً الذين تمت معاينتهم تكيسات أو عقد على الغدّة الدرقيّة.



^ تمّ سحب طبقة الأرض الملوّثة في بعض الأماكن العامة في فوكوشيما (Fukushima) لكنّ الخروج إلى الهواء الطلق يبقى محدوداً.

> نجد اليوم وسط المنتجات المعروضة خضاراً مصدرها المناطق الملوّثة. المستهلكون يمارسون لعبة الوحدة الوطنيّة.



J.SOUTEYRAT - AFP

لحظة وقوع الانفجار. وجب الانتظار ٤ إلى ٥ سنين لرؤية الحالات الأولى." يقول العلماء في فوكوشيما (Fukushima) إنّ عامين لا يكفيان للقول إنّ حالات السرطان زادت أم لا. من الطبيعيّ بحسب قولهم أن تضبط أجهزة أكثر تطوّراً والتصوير بالموجات فوق الصوتية بصورة دورية المزيد من التكيسات. وإذا تمّ تشخيص إصابة طفل بالسرطان سابقاً، لن تكون مرتبطة بالحادث.

شريحة السكّان الأخرى التي تلفت الانتباه تشمل معالجي كارثة فوكوشيما (Fukushima)، العمّال الذين تعرّضوا أحياناً إلى مستويات إشعاع كبيرة أثناء العمليّات الطارئة التي أجريت في موقع المفاعل. وفقاً للجنة العلميّة للأمم المتحدة حول نتائج الانبعاثات الإشعاعيّة، تعرّض ١٦٧ عاملاً منذ بداية نشاطهم إلى أكثر من مئة ملّي زيفرت (الزيفرت هي وحدة قياس التعرض الإشعاعي)، وهو الحدّ الذي لوحظ عنده زيادة بسيطة في خطر الإصابة بالسرطان حول شرنوبيل (Chernobyl). تجاوز المعدّل لدى ٦ من بينهم الـ٢٥٠ ملّي زيفرت، والـ٦٠٠ ملّي زيفرت لدى اثنين آخرين. هذا التقييم معرّض للارتفاع، لأنّه بسبب نقص الأجهزة بعد التسونامي، لم يكن بحوزة معالجي الكارثة مقياس جرعة حتى لحظة تدخّلهم. كذلك، من بين العشرين ألفاً تقريباً الذين عملوا في المفاعل منذ الحادث، وظّف كثيرٌ منهم مقاولون من الباطن لم يراعوا التدابير الأمنيّة. تجري الأمم المتحدة حالياً تحقيقات مستعجلة. لكن عدا هاتين الشريحتين السكّانيّتين المعرّضتين للخطر، سؤال شامل يطرح نفسه: ماذا سيحدث للسكّان كلهم الذين كانوا أو ما زالوا يقيمون في المناطق الملوّثة؟ التحاليل العلميّة الرسميّة مطمئنة. بحسب تقرير من منظمة الصحة العالمية نُشر في مايو ٢٠١٢م، تلقّى سكّان فوكوشيما (Fukushima) والمحافظات المجاورة جرعات أدنى من ٥٠ ملّي زيفرت. كان إخلاء أكثر من مئتي ألف شخص (من بينهم ١٦٠ ألفاً أخلوا نهائياً) سبباً في الحد من تعريض السكّان.

## أخصائيّون عاجزون

ما زال الجدال قائماً حول مدى أمان التعرّض لجرعات إشعاعية منخفضة. لا يمكن لعلماء الأوبئة تأكيد شيء. يطالب إذاً مناضلون إخلاء الأولاد حين يتجاوز التعرّض معدّل واحد ملّي زيفرت في السنة، وهو المعدّل الأقصى الذي تسمح به الهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع الاصطناعيّ الذي يتعرّض له المدنيّون. تقول هيئة البحوث والمعلومات المستقلة الخاصة بالإشعاع (كريراد Criirad): "تمّ تجاوز هذا المعدّل في جزء واسع من محافظة فوكوشيما (Fukushima) وكذلك محافظات مياجي (Miyagi) وتوشيجي (Tochigi) وغونما (Gunma) وإيباراكي (Ibaraki) وشيبا (Chiba)، علماً أننا لا نأخذ بعين الاعتبار التلوّث الداخليّ الناتج عن استهلاك الأغذية.

يتعلّم السكّان في الأرخبيل إذاً العيش مع عدوّ خفيّ وماكر. لم تعد العائلات تعرف كيف تحمي مستقبل أولادها. لذا تتخذ تدابير احترازيّة وتحدّ من الخروج إلى الهواء الطلق ضمن المناطق الملوّثة. والنتيجة أنّ محافظة فوكوشيما (Fukushima) تسجّل أعلى نسبة أطفال بدناء بسبب نقص النشاطات الجسديّة.

**١٦٠,٠٠٠**

## تم إجلاؤهم

لم يستطيعوا العودة إلى منازلهم. عند وقوع الحادث، نزح أكثر من مئتي ألف شخص.

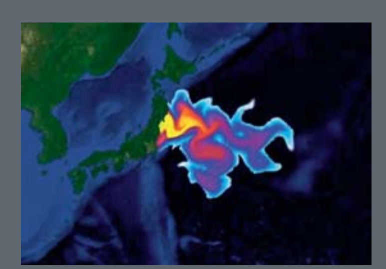
# التلوّث يستمرّ

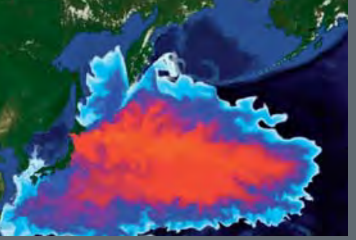
إنّه سيناريو كارثيّ لا سابق له يصعب علينا قياسه. يقول كن بويسلر Ken Buesseler من معهد وودز هول لدراسة المحيطات (Woods Hole) في الولايات المتحدة الامريكية: إنّ أكثر من ٨٠٪ من مخلّفات مفاعل فوكوشيما دايتشي (Fukushima Daiich) صبّت في المحيط البحريّ، إما مباشرة عبر تفريغ المياه المستخدمة لتبريد المفاعلات سريعاً أو بشكل غير مباشر عبر تهاطل الغاز والغبار الجويّين على الأرض. تضاف إلى التلوّث الذي لا سابق له في المنتجات البحريّة والتي هي في صلب غذاء اليابانيين.

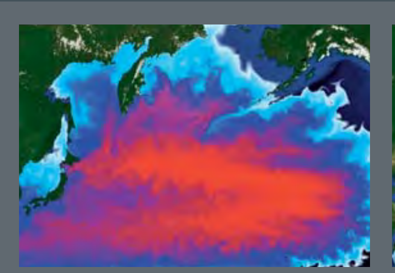
تروي سابين شارماسون Sabine Charmasso من معهد الحماية من الإشعاع والسلامة النووية الفرنسيّ (IRSN) قائلة: "اطمأننت حين رأيت الرياح تتجه شرقاً. كان من الأفضل أن ينتقل الانبعاث العموديّ الإشعاعيّ نحو المحيط الهادئ ولا يطال السكّان." لكن ما إن زالت مرحلة الخطر، أدرك علماء المحيطات حجم الكارثة التي أوصلتهم إلى طريق مسدود. في ندوة في طوكيو أقيمت في نوفمبر ٢٠١٢م، توصّلت آراؤهم إلى سؤال مهم ومحيّر: ما كميّة النظائر المشعّة التي أفرغت في البحر؟

لم يرصد أيّ جهاز مباشرةً ما خلّفه المفاعل في الغلاف الجويّ أو البحر. لا يمتلك العلماء سوى أرقام استدلاليّة لأنّ كثافة الإشعاع لم يتم قياسها في بحر فوكوشيما (Fukushima) إلا بين أبريل ويوليو ٢٠١١م أي بعد أكثر من شهر على الحادث. رصدت الإشعاع السلطات اليابانيّة وكذلك تم قياسه ضمن إطار حملة في البحر قادها كن بويسلر

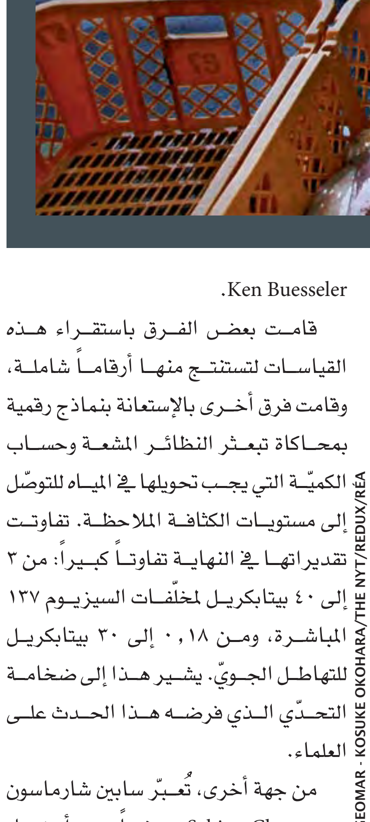
> بعد مضيّ عام ونصف على الكارثة، ما تزال ٤٠٪ من أسماك المنطقة التي حظر الصيد فيها غير صالحة للاستهلاك.







^ يفترض بالسيزيزم ١٣٧ الذي تتناقله التيّارات القويّة أن يبلغ السواحل الأميركية خلال ٤ سنوات (بناءً على محاكاة تمتدّ على شهر واحد، عام واحد، عامين).


GEOMAR - KOSUKE OKOHARA/THE NYT/REDUX/RÉA

Ken Buesseler.

قامـت بعـض الفـرق باستقـراء هـذه القياسـات لتستنتـج منهـا أرقامـاً شاملـة، وقامت فرق أخـرى بالإستعانة بنماذج رقمية بمحـاكاة تبعـثر النظائـر المشعـة وحسـاب الكميّـة التي يجـب تحويلها في الميـاه للتوصّل إلى مستويـات الكثافـة الملاحظـة. تفاوتـت تقديراتهـا في النهايـة تفاوتـاً كبـيراً: من ٣ إلى ٤٠ بيتابكريـل لمخلّفـات السيزيـوم ١٣٧ المباشـرة، ومـن ٠,١٨ إلى ٣٠ بيتابكريـل للتهاطـل الجـويّ. يشـير هـذا إلى ضخامـة التحـدّي الـذي فرضـه هـذا الحـدث علـى العلماء.

من جهة أخرى، تُعـبّر سابين شارماسون Sabine Charmasso ضمنيـاً عـن أسفهـا. تقول: "يصعـب تقييم مصير النظائر المشعّة في المحيط البحـريّ بالتحديد لأنّ التسونامي عدّلـت تعديـلاً جذريـاً المؤشّـرات الأساسية التي تؤثّر علـى سلوكها في البيئة". من خلال نقلها كميـات كبيرة من المواد وإطلاقها كمية مـن أنـواع الملوّثات الأخـرى، غـيّرت الموجة التضاريس الواقعة تحت البحر وقلبت تركيبة العمود المائيّ. بالتالي، لم تعد قدرة الترسبات على الإدمصاص أو عدمه (التصاق النظائر المشعة أو انفصالها) وعلى الحركة كما كانت عليه سابقا. لكن لكلّ جسيم أهميته، فالرمل يجـذب بشكل أقلّ من الطـين النظائر المشعّة إلى القـاع. يصعـب إذن تحديـد الكميـات المفرغـة في البحـر بـدون معرفـة الكميّـة المترسبة قرب الشواطئ.

وكيف تستجيب الكائنات الحية؟ لدى كل نـوع عامل تركيز محدد لتلوث الكائن في مياه البحر التي يبقى فيهـا مستوى الإشعاع ثابتاً، لكـن كيف يطبّـق الأمر، إذا كانـت مستويات الإشعـاع مفتقـرة تمامـاً إلى الاستقـرار؟ يطمئـن الخـبراء بعضهم قائلـين: "كلّما زاد تبـادل الحيوان مـع بيئته، بات أكـثر عرضة لالتقاط النظائر المشعّة ولكّنه سيتخلّص منها في حينها بسرعة أكبر". هنالك عامل إيجابيّ آخـر يذكـره برونـو فييفيـه Bruno Fiévet مـن معهـد الحماية مـن الإشعـاع والسلامة النووية الفرنسيّ (IRSN). يقول: "لا وجود لظاهرة تضخّم حيـويّ في السلسلة الغذائيّة. مـن الفرائـس إلى الحيوانـات المفترسـة، لا يتراكـم الإشعاع كمـا في الزئبـق". بالمقابل، لا شـيء يمنع الحيوانـات البحرية من التنقّل وحمل النظائر المشعّـة معها بعيداً أحياناً. في أغسطس ٢٠١١م، ضُبطـت آثار سيزيوم من فوكوشيمـا (Fukushima) في ١٥ سمكة تونة حمراء في المحيط الهادئ قبالة كاليفورنيا في الولايـات المتحدة الأمريكية، على بعد ٩ آلاف كلم من المفاعل.

## تخفيف سريع جداً

في النهايـة، يبقـى لغـز كبير جـداً: أين اختفـت النظائـر المشعّـة؟ إذا اعتمدنا على النمـاذج الرقميّـة، تبعـثرت سريعـاً بفضـل تيّـار كوروشيـو (Kuroshio) القـويّ، تيـار غالـف سـتريم (Gulf Stream) في المحيـط الهـادئ. تشـير الدراسـة التي قادهـا إريك بهرنـز Erik Behrens وكلاوس بوننغ Claus Böning مـن مركز هلمولتـز (Helmholtz) للأبحاث المتعلّقة بالمحيطات في كييل (Kiel) في ألمانيـا إلى أنّهـا انتشـرت خـلال عام في نصف المحيـط الهادئ الشمـاليّ، ويتوقّع أن تبلـغ السواحل الأمريكية الشمالية خلال ٣ أو ٤ سنـين. هذا بدون ذكر مليـون ونصف طنّ مـن مخلفـات التسونامي المختلفـة الأحجام والتي يمكـن أن تكون ملوثـة إشعاعياً وتسلك الطريق ذاته.

بفضل هذا التبعـثر السريع، بات المحيط الهـادئ يعتـبر شبـه نظيـف. يقـول باسكال بايـي دوبـوا Pascal Bailly du Bois مـن معهـد الحماية من الإشعاع والسلامة النووية الفرنسـيّ (IRSN): "علـى المـدى الطويـل، يمكـن توقّـع تضاعـف تركّز السيزيـوم ١٣٧ المتوسّط في المياه السطحيّة في المحيط الهادئ الشمالي، أي ما يوازي ٤ ميلي بكريل في اللتر الواحد بدل ٢، ويعزى هذا أساساً إلى تهاطل الناتج عـن التجارب النوويّة التي أجريت قبل العام ١٩٦٣م"، وهي كميّة غير مهمّة.

## آراء متضاربة

أمـا في بحر فوكوشيمـا (Fukushima)، قـادت القياسـات المأخـوذة مـن المنطقـة التـي تم حظـر الصيـد فيهـا إلى استنتـاج مختلـف. فبعدمـا حلّلهـا كـن بويسلـر ←

## ٨٠٪

## مـن المخلّفـات الإشعاعيّة سقطت في المحيط

إنّهـا عبـارة عـن ميـاه استُعملـت في تبريـد المفاعلات وتهاطل غبار غير مباشر.



K.SATOMI/THE YOMIURI SHIMBUN/AFP - O.EVRARD

← Ken Buesseler، كشفت أنّه بعد مرور أكثر من سنة ونصف على الكارثة، ما زالت ٤٠٪ من الأسماك غير صالحة للأكل. ففي ديسمبر٢٠١٢م، احتوت سمكة عقرب على ٢٥٤ ألف بكريل في كلجم الواحد. لكن ليس هذا أكثر ما أقلق العلماء. عرض كن بويسلر Ken Buesseler أمام المجتمعين منحنى بيانياً يظهر تغيّر معدّل السيزيوم في الأسماك المصطادة من بحر فوكوشيما (Fukushima). بعدما كان مرتفعاً جداً غداة الكارثة، استمرّ في التراجع إلى أن استقرّ. لكن لم يفترض به الكفّ عن التراجع لأنّ جزءاً من النظائر المشعّة يتفكّك باستمرار وبشكل طبيعيّ وجزءاً آخر تنقله التيّارات. إذن التلوّث مستمرّ.

تدعم أرقام هذا الواقع تحديد جوتا كاندا Jota Kanda من جامعة طوكيو ثلاثة مصادر: ما زال التسرّب مستمراً من المفاعل (٠,٣ تيرابكريل في الشهر). تغسل الأنهار الأرض وتطلق نظائر مشعّة في المحيط (١,٨ تيرابكريل في الشهر)، وأخيراً السيزيوم العالق في أعماق البحر والذي يلوّث السلسلة الغذائيّة كاملة (٩٤ تيرابكريل). ويقول كن بويسلر Ken Buesseler: "بما أنّ متوسّط نصف عمر السيزيوم ١٣٧ يبلغ ٣٠ عاماً (المدة التي تستغرقها النشاطية الإشعاعية نظير السيزيوم ١٣٧ إلى الانخفاض إلى النصف)، ستبقى الترسّبات ملوّثة لعقود بعد". لم تنته بعد معاناة المحيط في فوكوشيما (Fukushima).

## الأرض

# النشاط الإشعاعيّ يتنقل

عندما وقع الحادث النوويّ في فوكوشيما داييشي (Fukushima Daiich)، لم تبق الرياح دوماً هادئة. فقد تغيّر اتجاهها فجأة نحو الغرب في بعض الأحيان، حين سمحت فتحات منشآت الحماية الخارجية وانفجارات الهيدروجين بتسرّب كميّة من النظائر المشعّة إلى الغلاف الجويّ. انتشرت المخلّفات الإشعاعيّة في ١٥ و١٦ مارس ٢٠١١م بالتحديد فوق الأرض وليس فوق المحيط الهادئ، لكنّ الأمطار الغزيرة والثلج أعاقا تقدّمها من خلال إسقاطها أرضاً.

بهذا، تم تلويث ٢٠٪ من الأرض تلويثاً دائماً وكوّنت ترسبات بشكل بقع تشبه "بقع النمر" ضمن مسافة ٢٥٠ كلم من المفاعل. بهذا، تأثّرت منطقة توهوكو (Tohoku) وهي واحدة من أهمّ مخازن الأرزّ في اليابان، أكثر من سواها. بعد عامين، تفكّكت النظائر المشعّة قصيرة العمر النصفي مثل اليود ١٣١ لكنّ بقاء السيزيوم ١٣٤ و١٣٧ في البيئة يستوجب مراقبة الإنتاج الزراعيّ بانتظام. ففي يناير٢٠١٣م، احتوت أرزّ زُرع خارج محافظة فوكوشيما (Fukushima) للمرّة الأولى أكثر من ضعف الحدّ القانونيّ المسموح به من السيزيوم الإشعاعيّ.

اليوم أيضاً، لم يعُد ١٦٠ ألف شخص بعد إلى منازلهم. فقد باتت المنطقة المحظورة

## النفايات المشعة: تتراكم

كانت هنالك أطنان من بقايا التسونامي أضيفت إليها على الأرخبيل أطنان من المخلّفات المشعة الناتجة عن إزالة التلوّث. تحاول جحافل من البشر يومياً إبعاد النشاط الإشعاعيّ. فهم يرشّون الأرصفة والسقوف بالماء ويقتلعون السنتيمترات الخمسة الأولى من التربة ويجمعون الطحالب والنباتات والأوراق الميتة ويقطعون الأشجار الملوّثة. من جهة أخرى، تندّد وسائل الإعلام اليابانية بعمليّة التنظيف غير المتقنة والمفتقرة إلى الفعاليّة إذ أنّ جزءاً من مياه التنظيف يلقى في الأنهار. أما العشب فيجزّ ويترك مكانه. كما تجمع النفايات المشعة في أكياس كبيرة ترقد في الطبيعة تحت رحمة هبّة هواء أو موجة كبيرة. إنّه عمل هائل لا جدوى منه.

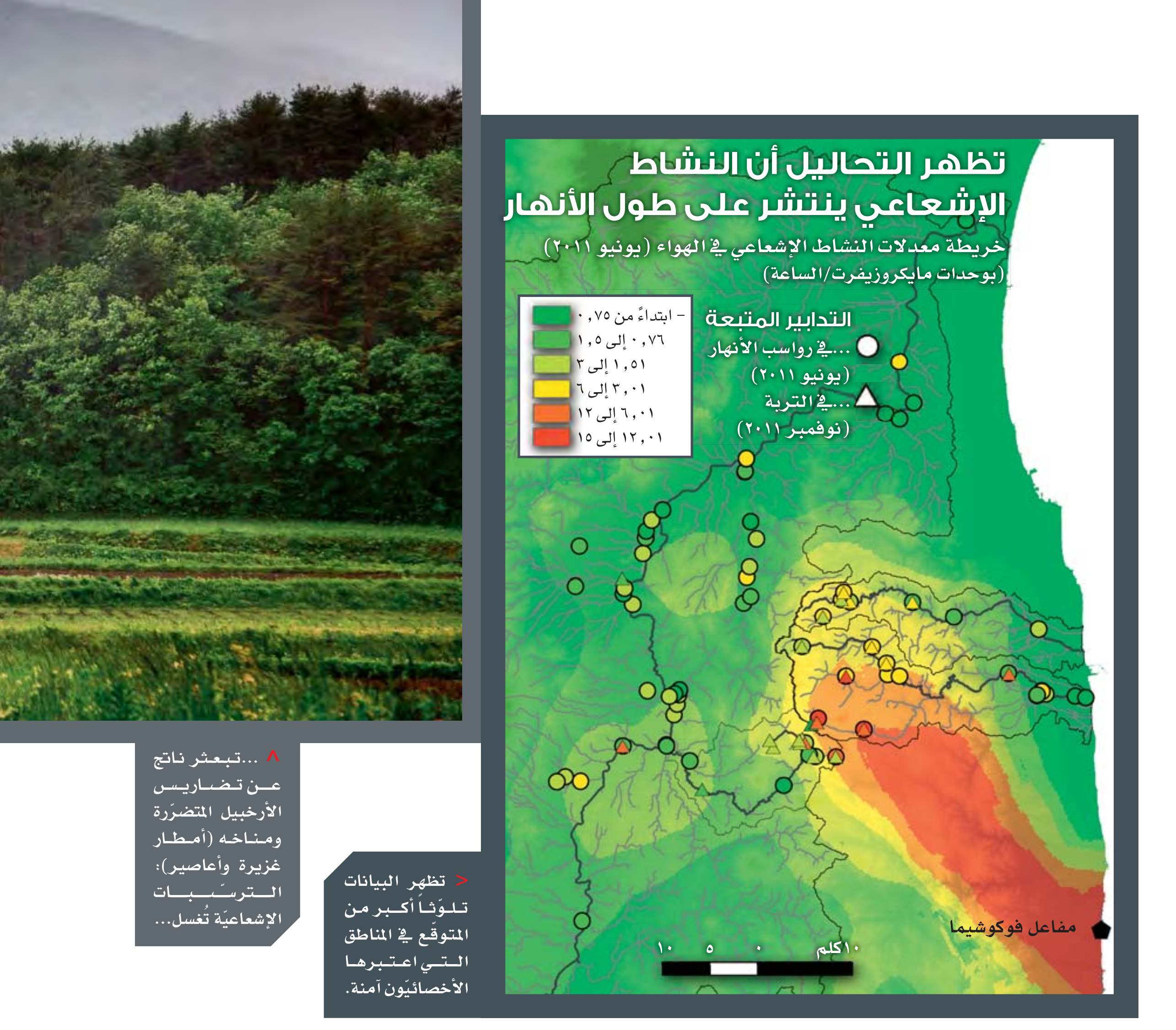
> في شهر يناير ٢٠١٣م، احتوى أرزّ زُرع خارج محافظة فوكوشيما للمرّة الأولى أكثر من ضعف الحدّ المسموح به دولياً من السيزيوم المشع.

المحدودة بدوائر قطرها ٢٠ ثم ٣٠ كلم حول المفاعل تتبع محيط الترسّبات الإشعاعيّة المحدّدة على الخرائط. يقول أوليفييه إفرار Olivier Evrard من هيئة الطاقة الذريّة الفرنسية (CEA) والذي تردّد مرات عدّة على المنطقة ضمن إطار المشروع الفرنسيّ اليابانيّ توفو (Tofu) (رصد نتائج فوكوشيما): "نلاحظ وجود انبعاث عموديّ ملوّث على السلسلة الجبليّة الممتدّة بالتحديد على مسافة ٤٠ كلم شمال غرب المفاعل، إضافة إلى وجود انبعاث عمودي ثانويّ في وادي أبوكوما (Abukuma) أعلى مدينة فوكوشيما (Fukushima).

لكن ميدانياً، تتخذ النظائر المشعّة مسارات يصعب تحديدها بدقّة، فهي تتنقّل بلا انقطاع وبسرعة تفاجئ العلماء. تغسل الأنهار المواد المشعة وتركّزها ثم تنقلها من الجبال إلى الوديان والبحر. ويضيف أوليفييه إفرار Olivier Evrard قائلاً: "في النهاية، ←




^ وجب منع الدخول إلى الغابات الصنوبريّة لأنّ أشجار الأرز والسرو التقطت ٦٠٪ من السيزيوم ١٣٧ الذي تساقط عليها.




> تظهر البيانات تلوّثاً أكبر من المتوقّع في المناطق التي اعتبرها الأخصائيّون آمنة.

^ ...تبعثر ناتج عن تضاريس الأرخبيل المتضرّرة ومناخه (أمطار غزيرة وأعاصير): الترسّبات الإشعاعيّة تُغسل...

← نجد ترسّبات شديدة التلوّث في المناطق التي كانت بعيدة نسبياً من الآثار الأوليّة". ليس مدهشاً أن تنزلق الترسّبات الإشعاعية على المنحدرات وتتبع مجاري المياه. لكن هنا يتمّ اجتياز مسافات كبيرة في أوقات قصيرة جداً، كما أعلن عن ذلك مؤخراً مشروع توفو (Tofu) للمرة الأولى. يعزى الأمر إلى تضاريس الأرخبيل المتضررة وإلى أعاصيره وأمطاره الغزيرة بدون أن ننسى تربته المعبّدة إلى حدّ كبير.

يتابع أوليفييه إفرار Olivier Evrard قائلاً: "في بعض الأماكن الواقعة قرب حفرة أو فتحة مجاري، كانت عيّنات الجرعات التي قاستها الأجهزة أكثر ارتفاعاً من المتوقّع في حين لم نتواجد مبدئياً في مناطق شديدة التلوّث".

عواقب هذا الأمر بالنسبة إلى السكان لا يستهان بها. يقول أوليفييه إفرار Olivier Evrard إنّه في روسيا، خزّن الجزء الأكبر من الترسّبات المتآكلة بعد حادثة شرنوبيل (Chernobyl) في أراض مراحة في أسفل المنحدرات، في عمق الأودية أو في أودية ثانويّة. إلا أنّ كميّة محدودة بلغت الأنهار الكبرى. لكن في اليابان، تساهم التضاريس والمناخ التآكليّ إلى حدّ كبير في نقل الترسّبات الملوّثة الهائلة إلى السهول المزروعة والمناطق المأهولة. يذعر الخبراء اليابانيّون لدى رؤية ثاني أكبر بحيرة في البلاد، بحيرة كاسوميغورا (Kasumigaura) الواقعة على بعد ١٦٠ كلم جنوب فوكوشيما (Fukushima) تتلوث بالمواد المشعة التي تزوّدها بها روافدها. لكن هذه البحيرة الممتدّة على مساحة ٢٢٠ كلم مربع والمفتقرة إلى منفذ على البحر تشكّل مصدر مياه شرب لـ٩٦٠ ألفاً من السكّان الذين يقطنون ضفافها.

هنالك مصدر قلق آخر يتمّثل بالغابات التي تراكمت فيها كميّة مذهلة من النظائر المشعّة. ففي محافظة توشيجي (Tochigi) الواقعة على بعد ١٥٠ كلم تقريباً جنوب غرب فوكوشيما (Fukushima)، أخضع فريق يقوده هيروياكي كاتو Hiroaki Kato

M.KONTENTE - O.EVRARD - J.SOUTEYRAT





> ...وتنقلها الأنهار. وجدها أوليفييه إفرار Olivier Evrard من هيئة الطاقة الذريّة الفرنسية (الصورة) بكميات هائلة في السهول المزروعة والعالية الكثافة السكانيّة.

ويويشي أوندا Yuichi Onda من جامعة تسوكوبا (Tsukuba) لقياساتِ نباتات تنتمي إلى النوعين اللذين يشكّلان رمز الأرخبيل: أرز كريبتوميريا جابونيكا (*Cryptomeria Japonica*) وسرو شامايسيباريس أوبتوزا (*Chamaecyparis obtusa*).

...تمّ التوصّل إلى استنتاج نهائيّ: بعد ٥ شهور من التهاطل الإشعاعيّ، بقي أكثر من ٦٠٪ من السيزيوم ١٣٧ عالقاً في أوراق النباتات. من الطبيعيّ حتماً أن تلتقط الأوراق الإبرية للصنوبر الجسيمات المشعة. يقول بيار ماري بادو Pierre-Marie Badot من جامعة فرانش كومتيه (Franche-Comté) والذي عمل على الغابات الملوّثة بعد حادثة شرنوبيل (Chernobyl) إنّ السيزيوم نظير كيميائيّ للبوتاسيوم وهو عنصر مهمّ جداً بالنسبة إلى النباتات. إذن ينفذ بسهولة إليها من خلال أوراقها.

## مفعول متأخّر مريع

إن بدا أنّه بإمكاننا أن نسرّ برؤية الأشجار تعترض جزءاً كبيراً من الهواطل الإشعاعيّة، حامية بهذا الأرض والأغذية التي تنبتها معاً، يختلف الواقع كلياً. يقول بيار ماري بادو Pierre-Marie Badot إنّ هذه الظاهرة تؤخّر تلوّث التربة ليس إلا. فالأمر سيحدث في الأحوال كلّها ما إن تتساقط إبر الصنوبر بعد خمس سنين تقريباً، فنحن نشهد مفعولاً متأخراً. ستشهد التربة مبدئياً موجة تلويث ثانية حين لا يعود السكّان حذرين ولا يتوقّعون الأمر البتة.

في اليابان، يتمّ التشديد على هذا التأثير المتأخر بشكل غريب لسببين: أولهما، لأنّ كمية كبيرة من السيزيوم معرّضة للإطلاق. احتوت الأشجار الصنوبريّة على ٦٠٪ من السيزيوم الموجود في الجوّ لكنّها ستمتصّ أيضاً بجذورها جزءاً من السيزيوم الذي سيسقط على الأرض حين ينفذ إلى عمق بضعة سنتيمترات. ثانيهما، لأن مدة بقاء هذا التلوث الثانوي متباينة جدا، ولا أحد يستطيع تفسير السبب بعد. كشفت دراسة هيروياكي كاتو Hiroaki Kato أنّ متوسط العمر الحيويّ للسيزيوم ١٣٧، أي الفترة اللازمة لتتخلّص الشجرة من نصف الملوّث الأصليّ من خلال عمليات تبادلها الطبيعيّ مع البيئة، يبلغ ٦٢٠ يوماً لدى السرو و٨٩٠ يوماً لدى الأرز بينما لم تتجاوز هذه المدّة المئة يوم تقريباً لدى أشجار الراتينج التي تم فحصها في ألمانيا بعد حادثة شرنوبيل (Chernobyl).

بيّنت دراسة أخرى أنّ التلوّث أقلّ بالنسبة إلى الأوراق. فقد شملت هذه الدراسة ٢٠ نوعاً مختلفاً في محافظة شيبا (Chiba) الواقعة على بعد مئتي كلم تقريباً جنوب المفاعل. وقد تتفاقم المشكلة في أرخبيل مغطى بنسبة ٧٠٪ بغابات من السرو والأرز أساسا.

بعد سنتين إذن على المأساة، لم ينته النشاط الإشعاعيّ المتنقّل والخفيّ من التلاعب بالبشر وبتوقّعاتهم.

**١٥٠٠ كلم٢**

### من الأراضي شديدة التلوّث

أي التي تحوي ترسّبات سيزيوم ١٣٧ تفوق الـ٣٠٠ ألف بكريل في المتر المربّع.

# أثـــر محيّـــر تماماً





تشـمـل إحـدى الدراسـات الـنـادرة التي تتناول تعرّض الحيوانات المسـتـمـرّ لجرعـات ضئيلة فراشات ياماتو (Yamato) المعروفة جداً في الأرخبيل.

مـا زال يصعـب علـى أنـدرز بـاب مولر Anders Pape Moller مـن جامعـة بـاري سود (Paris-Sud) الفرنسيـة تصديق القول إنّ العمـل حـول شرنوبيـل (Chernobyl) كان ألـف مـرّة أبسط. فهو يدرس منذ أكثر مـن عشرين سنـة مع زميلـه تيموثـي موسو Timothy Mousseau مـن جامعـة كارولينـا الجنوبيـة (الولايات المتحـدة الأمريكية) أثر الإشعاعات على التنوّع البيولوجيّ في المنطقة المحظـورة في وسط أوكرانيا. حين وقع حادث فوكوشيما دايشي (Fukushima Daiich)، أراد الاثنـان منطقياً توسيـع بحوثهما لتطال المنطقـة اليابانيـة المحظورة. قـال الباحث: "لا يعقل! لم نطلب لا مالاً ولا مساعدة، طلبنا فقـط الدخـول إلى أماكـن عامـة، أعتقد أنّ اليابانيين لا يريدون أن يعرفوا".

شـدّدت السلطـات على إزالـة التلوّث في المدن وإعادة تأهيل المفاعل. هنالك أمر واحد أكيد: الدراسات التي تتناول الحياة الحيوانية والنباتية في فوكوشيما (Fukushima) نادرة جـداً. أُخذت عيّنات أزهـار طافرة فعلاً لكن لم تنشر أيّ دراسة حتى الساعة. بالنسبة إلى الحيوانـات، وحدهـا ٣ أو ٤ دراسـات حدّدت مصيرهـا. يتبيّن بالتالي ومنذ الآن أنّ الأسوأ ينتظرنـا. يبـدو أنّ أثر الإشعـاع على الحياة الحيوانيـة والنباتية محيّر. رغـم أنّه لا وجود لمقارنة ممكنة، لا تتوافـر بيانات بهذا الشأن في شرنوبيـل (Chernobyl) عـن السنـوات الخمـس الأولى التـي قُضيـت تحـت نـيـران النظائر المشعّة.

أحصـى أنـدرز مولـر Anders Moller وتيموثـي موسـو Timothy Mousseau – المتمركزيـن علـى حـدود المنطقـة المحظورة التـي تمتدّ عبر دائـرة قطرهـا ٢٠ كلم حول المفاعـل – ١٤ نوعاً من الطيـور التي درساها في أوكرانيـا. المفاجأة الأولى: تتناقص أعداد الطيـور في فوكوشيمـا (Fukushima) أكـثـر مـن أوكرانيـا لنفس الجرعات مـن الإشعاع. هل السبـب أنّ تشكيلة الطبيعـة في شرنوبيل (Chernobyl) كان لـه أثـر على مرّ السنين؟ أم أنّ كثافـة النظـام البيئيّ اليابـانيّ الأعلى تزيـد أثـر الإشعـاعـات؟ ليس لـدى الباحثين جواب واضح.

### طفرات وراثية

قـارن الباحـثـان كذلـك أثـر الإشعاعات بعـد ٢٠ سنـة (في أوكرانيـا) وبعـد ٦ شهور (في اليابـان). الترابـط واضـح في شرنوبيل (Chernobyl): سـواء تحدثنا عـن العناكب أو الجـراد أو اليعاسيب أو النحـل الطنّان أو الزيـزان أو الفراشـات أو الطيـور، تتناقص أعدادهـا كلّمـا زاد النشاط الإشعاعـيّ. أما في فوكوشيمـا Fukushima، فلا يمكن تأكيد هـذا الترابـط السلبـيّ إلا لـدى ٣ أجناس: الطيـور والزيزان والفراشـات. هذا الترابط كان عكسيـا في حالـة العناكـب التـي زاد عددهـا. قد يعزى السبـب إلى اختفاء أعداد من الطيور. وهنا يصعب أيضاً تحليل الآليّات التي تُحدث هذه التغيّرات.

أطلـق أنـدرز مولـر Anders Moller وتيموثـي موسـو Timothy Mousseau تنبؤاً مقلقاً. على اليابان أن تتوقّع انحداراً في أعداد الحيوانـات حول فوكوشيمـا (Fukushima) لأنّهـا لم تظهر عليها بعد، الأثـر طويل المدى للجرعات القليلة من الإشعاع، هذه الجرعات المسؤولـة حول شرنوبيـل (Chernobyl) عن

**٤**

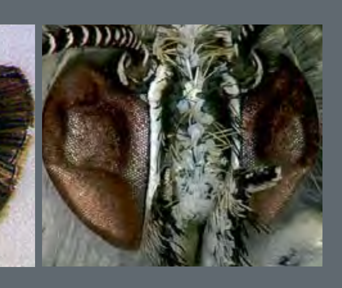
**هو عدد الدراسات**

التي نُشرت بعد سنتين على الكارثة حول نتائج النشاط الإشعاعيّ علـى الحياة الحيوانيّة في منطقة فوكوشيما.

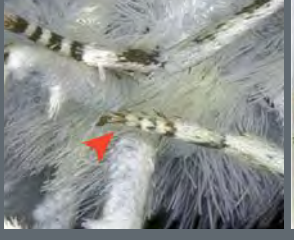




...أجنحة ضامرة أو مثنيّة، ألوان متغيّرة، قرون استشعار مشوّهة، عيون غارقة...







تظهر النماذج التي جُمعت من مناطق واقعة ضمن شعاع ٢٠٠ كلم من المحطّة طفرات تُنقل وتُضاف على مرّ الأجيال.

MASAKI IWATA HIYAMA ET AL

تضاعف الطفرات الوراثية بمرتين إلى ٢٠ مرة حسب الأنواع والمناطق.

فمثلاً، من أثر الجرعات الضئيلة هذا، وُجدت فراشة شائعة في اليابان تسمّى زيزيريا ماها (*Zizeeria maha*) (أو فراشة ياماتو Yamato)، ذات أجنحة ضامرة أو مثنيّة، قرون استشعار مشوّهة، عيون غارقة، ألوان متغيّرة.

لاحظ جوجي أوتاكي Joji Otaki وزملاؤه من جامعة ريوكيو (Ryukyu)، في أوكيناوا (Okinawa) حول المحطّة هذه التشوهات التي لا سابق لها في الفراشة وتوصّلوا إلى استنتاج رسميّ: سبّبت النظائر المشعة في مفاعل فوكوشيما (Fukushima) (هذه) الأضرار الفسيولوجية والجينيّة.

تبدو دراستهم التي تشمل رصداً ميدانياً وتجارب مخبريّة متقنة. ففي مايو ٢٠١١م، تمّ جمع مئة فراشة تقريباً من سبع مقاطعات ممتدّة بين فوكوشيما (Fukushima) وطوكيو ضمن شعاع ٢٠٠ كلم حول المحطّة وتبيّن أنّ نسبة التشوّه بلغت ١٢،٤٪. في سبتمبر ٢٠١١م، أي بعد ٤ شهور، أظهرت مجموعة نماذج ثانية تشوّهاً تجاوزت نسبته الـ٢٨٪، علماً أنّ كميّة التشوّهات زادت مع ازدياد تلوّث المناطق.

بالتالي، لا يمكن لهذا الارتفاع الملحوظ بين شهري مايو وسبتمبر ٢٠١١م أن يفسَّر أيُّ الحشرات تعرض لفترة أطول للإشعاعات.

ففراشات ياماتو (Yamato) تعيش لشهر واحد. إذن ولدت كلّها بعد الحادث وتعرّضت طيلة حياتها للإشعاعات. لكن لا يبدو هذا الارتفاع مرتبطاً أيضاً بكثافة الإشعاعات لأنّ فراشات مايو التي تظهر أقلّ نسبة من التشوّهات تعرّضت لجرعات أكبر. ←

### ← مسجّلة في الحمض النوويّ منذ الآن

بحسب جوجي أوتاكي Joji Otaki، الفرق ناتج في الواقع عن "تراكم الطفرات على مرّ الأجيال بفعل التعرّض المستمرّ لجرعات ضئيلة". رغم أنّ للجرعات الكبيرة آثار إشعاعيّة سمّيّة هائلة تغير من أعداد الكائنات. في حين تُفسد الجرعات الضئيلة المادة الوراثية للكائنات لكنها تسمح لها بالعيش والتكاثر. بالتالي، تعرّضت فراشات المجموعتين بالتساوي للجرعات الضئيلة لكن نتيجة توارث الحمض النوويّ، راكمت فراشات سبتمبر (الجيل الرابع أو الخامس بعد فوكوشيما Fukushima) طفرات أكثر من فراشات مايو (الجيل الثاني).

تأكيداً لهذه الفرضيّة، ربّى الباحثون فراشات جمعوها في مختبرهم وجعلوها تتوالد في أوكيناوا (Okinawa) الواقعة على بعد ١٧٥٠ كلم تقريباً جنوب فوكوشيما (Fukushima)، حيث بالكاد تلاحَظ مخلّفات المفاعل. بلغت التشوّهات لدى صغار فراشات مايو ١٨،٣٪ وزادت نسبتها إلى ٣٣،٥٪ لدى الجيل التالي. أما لدى صغار فراشات سبتمبر، زادت نسبة التشوّه إلى خمسين في المئة. مما يؤكّد فرضيّة تراكم الطفرات على مرّ الأجيال.



< يصعب تكوين فكرة عن آثار الكارثة على الحياة النباتيّة: إن كانت تظهر عيّنات الهندباء هذه تشوّهات...

## الماشية: حملة ذبح دوريّ

بحسب وزارة الزراعة اليابانية، كانت محافظة فوكوشيما (Fukushima) تضمّ ٣٤٠٠ بقرة، ٣١٥٠٠ خنزير، ٦٣٠٠٠٠ دجاجة حتى تاريخ ١١ مارس ٢٠١١م. إذا لم ينج جزء كبير منها بعد الزلزال والتسونامي، كما نفقت كميّات أخرى منها جوعاً حين أجبر المزارعون والمربّون على مغادرة مناطقهم على عجلة وترك ماشيتهم. فبدل توفير إعانات، قرّرت الحكومة ذبح الماشية المتبقّية الملوّثة الباهظة التغذية. وحدهم أشخاص متصلّبون نادرون رفضوا الأمر مثل المزارع ناوتو ماتسومورا(*) Naoto Matsumura، آخر رجل يعيش في منطقة الحظر وما زال يعتني بأفضل ما يمكنه بمختلف الحيوانات المتروكة في منطقة فوكوشيما (Fukushima).

(*) آخر رجال فوكوشيما أنطونيو باغنوتا، Le Dernier homme de Fukushima، Antonio Pagnotta، طبعة دون كيشوت Don Quichotte، مارس ٢٠١٣

الأضرار الناتجة عن هذا التلوّث خطرة جداً لأنّ آثاره لا تبرز فوراً. يمكن أن تظهر لدى كائنات لم تتعرّض لأيّ إشعاع مباشرةً وإنما ورثت بعض الخصائص من الأهل. بالتالي، لم ترث الفراشات الصغيرة في المختبر التشوّهات فحسب بل اكتسبت تشوهات جديدة: قرون استشعار مفلوقة، أجنحة غير متماثلة. كما تبيّن أنّ معدّل وفيّات اليرقات مرتفع جداً.

يبقى أنّ هذه الدراسات النادرة لا تجيب على أسئلة كثيرة. بدءاً من، ماهو قدر الجرعات الضئيلة التي تُحدث طفرات؟ إلى





> ...مــا زال دخـول علـماء إلى منطقة الحظـر ممنـوعاً مثل العالم تيموثي موسو Timothy Mousseau مـن جامعـة كارولـينا الجنـوبيـة الأمـريكيـة هنا.



> لا جواب واضح أيضاً بالنسبة إلى الطيور التي يبدو أنّ تناقص أعـدادهـا أكـبر ممّا هو عليه في شرنوبيل (Chernobyl).

T.MOUSSEAU

أيّ حـدّ يُعتـبر التعرّض الخارجـي للإشعاع الناتج عـن تلوّث البيئـة، والإشعـاع الداخليّ المترتّب عن استهـلاك أغذية ملوّثة مسؤولَيْن عن الطفرات؟ لمـاذا لم تكن استجابة الأنواع للإشعـاع متماثلـة؟ والأهم، مـاذا يجري في المنطقة الشديدة التلوّث؟

معضـلات كثـيرة لم تعالجهـا حادثـة شرنوبيـــل (Chernobyl) ولـدى اليابـان فرصة حلّهـا جزئياً إذا منـح المجتمع العلميّ ذاتـه وسائـل الحـلّ. قـد يرفـع مشروعـان جاريان زاويـة من الغطاء: مشـروع فريبورد (Freebird) أو التعرّضـ لإشعـاع فوكوشيما (Fukushima) وآثـــاره علــى الطيـــور الــذي يقـوده معهـد الحمايـة مـن الإشعـاع والسلامـة النوويـة (IRSN). يراقـب هـذا المشـروع أجناس طيـور مختلفـة (القرقف، الـدوريّ) في المنطقـة الملوّثـة ليحـدّد ما إذا كانـت الجرعـات المتلقّاة وبعض التعديلات الفسيولوجيـة مترابطـة (الوضـع الجسديّ، جهاز المناعـة، لون الريشـ...). من جهتها، زوّدت جامعـة فوكوشيمـــا (Fukushima) قـردة بريـة بمقياس جرعـات لقياسـ تلوّث الغابـات التـي لم يعـد بإمـكان الإنسـان أن يقصدها. أظهرت عيّنـات من عضلات هذه الحيوانـات الاختباريّة في مارس ٢٠١١م، ٢٥ ألـف بكريل في الكلغ الواحـد. يبقى أن نعرف كيف تستجيب هـذه الحيوانات الرئيسة لهذه الجرعات.

(1) FUKUSHIMA LA CATASTROPHE À TOUS LES NIVEAUX!, Science & Vie 1146, pp 78-93
(2) Rafaele Brillaud



استهلاك البنزين

# كيف يمكن تخفيض الفاتورة في محطة الوقود في ١٠ أسئلة؟[١]

للحد من فاتورة البنزين، يكمن الحل الأول في تغيير عادات القيادة. لكن ثمة وسائل أخرى مثبتة نسبياً... أو سخيفة. نحن نكشف لكم الصح من الخطأ.

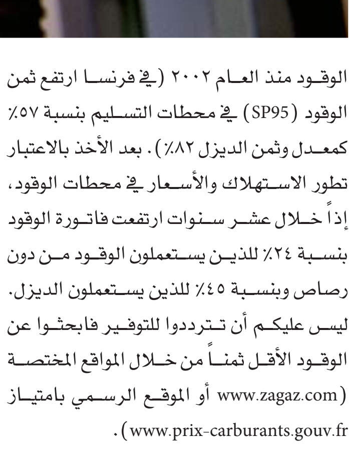
بقلم: كورالي هانكوك[٢]

بعد أن سجل سعر برميل النفط رقماً قياسياً في يوليو ٢٠٠٨ بلغ ١٤٦ دولاراً، عاد حالياً إلى مستوى معقول. لكن منذ بضعة أشهر، ارتفع مجدداً وبلغ ١١٠ دولارات في منتصف ديسمبر. مع نتائج مباشرة انعكست على فاتورتكم في محطة الوقود. لحسن الحظ تتوفر حلول مختلفة للحد من الاستهلاك. يقضي الحل الأول بالاهتمام بالسيارة بعناية (الفلاتر والمحرك ونظام إزالة التلوث...)، لكن الحل الجذري يقضي بتغيير السيارة. في الواقع، بحسب وكالة البيئة وضبط الطاقة الفرنسية (ADEME)، انخفض استهلاك السيارات الجديدة في فرنسا بنسبة ٢٠٪ خلال عشر سنوات. بالنسبة إلى مؤسسة النفط الفرنسية، "تلك النتيجة هي ثمرة تحسينات تقنية متعددة: محركات أصغر مزودة بشاحن تربيني (الطاقة نفسها لكن الاستهلاك أقل)، تحسين أداء المحرك الحراري، تعميم تدريجي للأنظمة الهجينة المصغرة..." بالتالي بعض الطرازات تسجل استهلاكاً مثبتاً من ٣ إلى ٤ لترات/١٠٠ كلم.

## البنزين الأقل ثمناً

لكن هذا التقدم لا يعوض ارتفاع أسعار الوقود منذ العام ٢٠٠٢ (في فرنسا ارتفع ثمن الوقود (SP95) في محطات التسليم بنسبة ٥٧٪ كمعدل وثمن الديزل ٨٢٪). بعد الأخذ بالاعتبار تطور الاستهلاك والأسعار في محطات الوقود، إذاً خلال عشر سنوات ارتفعت فاتورة الوقود بنسبة ٢٤٪ للذين يستعملون الوقود من دون رصاص وبنسبة ٤٥٪ للذين يستعملون الديزل. ليس عليكم أن تترددوا للتوفير فابحثوا عن الوقود الأقل ثمناً من خلال المواقع المختصة (www.zagaz.com أو الموقع الرسمي بامتياز www.prix-carburants.gouv.fr).

في النهاية، يمكنكم أن تتقاسموا فاتورة الوقود على اثنين أو ثلاثة أو أربعة من خلال المشاركة في قيادة السيارات، أي مشاطرة التكاليف مع راكب آخر ومع ركاب عدة في مساراتكم اليومية أو أحيانا.



### القيادة البيئية، نتعلمها مع الوقت

**العنصر الأكثر تأثيراً على استهلاك الوقود... هو قدمك اليمنى! تساهم فترة تدريبية في القيادة البيئية من توفير بين ١٥ و٣٠٪ من الوقود من خلال تعديل طريقة قيادتكم للسيارة فقط. وإليكم بعض النصائح تتبعونها:**

- **حركوا السرعات بتسلسل بسرعة متجنبين تشغيل المحرك وفضلوا معجل السرعة الأعلى حتى في المدينة.**
- **استبقوا الأمور! تجنبوا التسارع المفاجئ واستفيدوا من العطالة لتحرير مكبس السرعة فهذا يؤدي إلى قطع التغذية من الوقود واستعمال فرملة المحرك.**
- **قودوا بسرعة أقل: يؤدي خفض السرعة بنسبة ١٠ كلم/الساعة على الطرق العامة إلى توفير حتى ١ لتر/١٠٠ كلم.**
- **استعملوا تطبيق القيادة البيئية: تتوفر تطبيقات كثيرة معظمها مجاني مخصصة للهواتف الذكية.**




## هل الوقود البديل له فائدة؟

**أجـل**. يعمـل محـرك البنزين بفضـل بعض التعديلات على الغاز النفطي المسـال (GPL) أو علـى الـ E85 (مزيـج مـن ١٥٪ مـن البنزيـن و ٨٥٪ من الإيثانـول). تتوفر خمسـة عشـر نموذجا عاملاً على أحد هذه المحروقات إلى جانب البنزين. يتراوح ثمنها بـين ٥٠٠ وألفين يورو (ما يعـادل ٢٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠ ريـال سـعودي) أكثر مـن النموذج المكافئ الذي يعمل بالبنزين. لكن إن رغبتم في اسـتعمال الغاز النفطي المسـال (GPL) مع محـرك كلاسـيكي، تزودونـه بمجموعة أدوات وبخزان إضـافي (يـتراوح ثمنها بين ألفين وثلاثـة آلاف يورو) (مايعادل ١٠آلاف إلى ١٥ ألف ريال سـعودي). لتسـير سـيارة عاملـة علـى البنزين علـى الـ E85 لابد أن تتوفر أدوات (يـتراوح ثمنها بين ٣٠٠ و٦٠٠ يـورو) (مايعـادل ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ ريـال سـعودي)، لكنهـم يكيفـون إدارة الحقـن الإلكترونيـة فقـط... إلا أن الإيثانـول أكثر تسـبباً في التـآكل مـن البنزين، ممـا ينتج عنـه أضـرار مكلفة في حال لم تعـدل دائرة التغذيـة ودائـرة المحـرك. مـع أن الـ E85 والغـاز النفطـي المسـال (GPL) يتسـببان باستهلاك مفرط (من ٢٠ إلى ٣٠٪ ومن ٢٠ إلى ٤٠٪ علـى التوالي)، إلا أنهمـا أقل ثمناً من البنزين: ٠,٩٢ يورو بالنسبة إلى لتر من الـ E85 بينما يكلف ٠,٨٧ يورو بالنسـبة إلى لتر الغاز النفطي المسـال (GPL). يسمح الـ E85 بالتالي بخفض فاتورة البنزين بنسـبة تـتراوح بين ٢٣ و٢٩٪ ويسـمح الغاز النفطي المسال (GPL) بخفضـها بنسبة تتراوح بين ٢١ و٣٣٪. لذلك يكون سـعرها مغر لمن يكثر القيـادة. إن كانـت المردوديـة متفاوتة وفقاً للسـيارة وثمن التركيب ينبغي أن نحسب ٥٠ ألف كلم من السـير على الأقل في الحالتين. ويبقى أن نجد وقوداً: في فرنسا، من ١٢ ألف محطـة ١٨٠٠ فقط يبيعـون الغـاز النفطي المسال (GPL) وأقل من ٣٠٠ لـ E85.



## أيمكن استعمال الزيت بدلاً من الديزل؟

**تقنياً أجل...** يتسم الزيت النباتي (دوار الشمس أو السلجم) بميزات فيزيائية شبيهة بميزات الديزل. لكنه يتمتع بلزوجة أعلى على البارد وبقدرة حرارية أقل بقليل. لكنه قد يحل كلياً مكان الديزل في الخزان المخصص له، مما يسمح بخفض الفاتورة بنسبة ٣٨٪ (إن حسبنا أن التزود بالزيت عند المنتج يبلغ كمعدل ٠،٨٥ يورو لكل لتر ويبلغ ثمن الديزل كمعدل ١,٣٨ يورو لكل لتر). لهذا السبب من الضروري القيام ببعض التعديلات الميكانيكية: ينبغي تركيب خزان ثان لتشغيل المحرك على الديزل، وإلى سخان للزيت ونظام مصفاة عالي الأداء. من الممكن أيضاً القيادة على الزيت من دون إجراء تلك التعديلات بشرط الاكتفاء بمزيج يحوي ٣٠٪ كحد أقصى من الزيت النباتي في موسم البرد، و٥٠٪ في الصيف بتوفير يبلغ على التوالي ١٢ و١٩٪. بالنسبة إلى محرك حديث يعمل على الديزل، مزود بمحقن مضخة أو بمحقن مباشر على منصة مشتركة، النسب المقبولة أقل (١٥٪ في الشتاء، و٣٠٪ في الصيف) وينبغي أن يصفى السائل لتنقيته من الأوساخ التي يبلغ حجمها أكثر من ميكرومتر. يأتي الفلتر ضمن أطقم ثنائية الوقود صممت خصيصاً للزيت النباتي وتباع بين ٣٥٠ و٧٠٠ يورو (مايعادل ١٧٥٠ إلى ٣٥٠٠ ريال سعودي)، ويمكن أيضاً تصفية الزيت قبل ملء الخزان لمزجه مع الديزل بفضل فلترات مخصصة نجدها عند البائعين المتخصصين. لكن القيادة بمحرك يعمل على الزيت لا تسمح باستهلاك أقل وفي الأسواق، لتر زيت السلجم أغلى ثمناً من لتر الديزل. من ناحية أخرى، إن توجهنا مباشرة عند المنتج، يصبح سعر اللتر من ٠,٨٠ إلى ٠,٩٠ يورو. ومن الممكن أيضاً استعمال زيت القلي، لكن ينبغي أن يصفى بعناية فائقة من أوساخه المتعددة.

أما بالنسبة إلى زيت المحركات، فهو لزج وملوث إلى حد كبير (خاصة بجزيئات المعدن). في النهاية، ورغماً عن التوصية الأوروبية بتعزيز الزيت النباتي كوقود،



## أي توفير تسمح به الإطارات؟

**من ٢ إلى ٣٪.** الإطارات المملوءة بالهواء المضغوط هي العناصر الوحيدة في سيارتكم التي تتميز بمقاومة طبيعية عند دوران الإطارات. وفقاً لسطح الطريق ولنوع القيادة، تستهلك تلك المقاومة من ٢٠ إلى ٢٥٪ من الطاقة التي يزودها المحرك. يكمن حالياً كل فن صانعي الإطارات المطاطية في قدرتهم على تقديم إطارات مقاومتها ضئيلة تجاه الدوران (وتسمى إطارات خضراء أو محافظة على البيئة) مع المحافظة على الإلتصاق بالطريق. تسمح توفيراً في الوقود بين ٢ و٣٪ مقارنة بالإطارات الكلاسيكية. لكن حتى في غياب هذا النوع من التجهيزات، يمكنكم أن تخفضوا الاستهلاك بضبط ضغط الهواء في إطاراتكم المطاطية مع الضغط الذي ينصح به الصانع. كما تحدد ذلك وكالة البيئة وضبط الطاقة الفرنسية (ADEME): "إن الإطارات المطاطية الأقل نفخاً تتسبب باستهلاك مفرط من الوقود بنسبة ٣٪ مقابل عجز يبلغ ٠,٣ بار" أو أي ضغط يمكنكم أن تخسروه خلال فترة تتراوح بين ٣ و ٦ أشهر.

## أيمكن إضافة

**كلا.** إن وضع الماء في خزانكم لن يجديكم نفعاً بل على العكس سيجلب لكم المتاعب: إن تعبئة الخزان بالماء بكمية كبيرة إلى حد إشباع فلتر الوقود، يتسبب بتكاثر البكتيريا والعفونة، وخاصة تأكسد مضخة الحقن والمحاقن وفي النهاية خطر عطل يشل الحركة خاصة إذا كان الماء يحتوي على شوائب. إن كان قد تم استعمال الماء كمضافات منذ عقود عدة في محركات الطائرات، فذلك كان لخفض حرارة تشغيلها. ومؤخراً في التسعينيات

فإن فرنسا تمنع استعماله للأفراد بعكس مثلاً في ألمانيا: تعرضون نفسكم لغرامة في حال استعملتموه. مع إن مراقبة الخزانات من قبل خدمة الجمارك لا تزال نادرة، إلا إن رائحة القلي المنبثقة من نظام عادم المحرك المزود بنسبة ٥٠٪ بالزيت تبقى مع ذلك مميزة. من ناحية التلوث، والنتيجة إيجابية. بحسب دراسة أجرتها وكالة البيئة وضبط الطاقة الفرنسية (ADEME) في العام ٢٠٠٦، "عندما تتكيف محركات الديزل مع الزيوت النباتية الصافية، يصبح أداؤها مطابقاً لأداء النفط والتلوث المنبثق من العادم يكون أقل. من ناحية أخرى، يطول عمر المحركات."

## هل من فترة مثالية للتزود بالوقود؟

**كلا**. مع أن كثافة السوائل تزداد بزيادة الحرارة: كثافة الوقود المخزن في وعاء بلاستيكي خارجي تكون أعلى بقليل (بنسبة مئوية قليلة) خلال شتاء جليدي مقارنة بفترة حر شديدة. إلا أنه من المعروف أن الخزانات في محطات الوقود تكون مدفونة ومنعزلة، لذلك تكاد لا تكون حساسة على تغير الطقس وبالتالي تبدل الحرارة. إذاً كثافة الوقود المخزن في تلك الخزانات لا تزداد كثيراً حتى مع اختلاف كبير في الحرارة الخارجية. وذلك بخلاف المعتقدات الشعبية، التي تتصور بأن التزود بالوقود في الصباح أفضل من فترة بعد الظهر وهذا في الحقيقة غير صحيح، فلا تأثير ملموس قابل للقياس بالنسبة لتغير وقت التزود بالوقود على استهلاك محرككم.

## ماء في الوقود؟

الميلادية من القرن الماضي، سوقت إلف (Elf) الأكوازول (Aquazole). مزيج الماء والديزل والذي كان له الفضل بخفض الانبعاثات الملوثة لكنه في المقابل كان يؤدي إلى زيادة في الاستهلاك وانخفاض في القوة. يستعمل نظام بانتون (Pantone) تيمناً باسم مخترعه الأميركي بول بانتون (Paul Pantone) حرارة الغازات المنبعثة من العادم لتحويل مزيج من الماء والوقود إلى بخار يمر لاحقاً في مفاعل قبل أن يصل إلى مجرى الهواء. لكن رغماً عن وعود بخفض الاستهلاك والانبعاثات الملوثة بكثرة، لم يتم إثبات فعالية هذا النظام بواسطة طريقة معتمدة. استنتجت دراسة أجرتها جامعة تروي (Troyes) التقنية أن "الأداء والاستهلاك مطابقان للتركيب الأساسي ومع أن ذلك المحرك يزيل التلوث قليلاً فهو ليس فعالاً بالقدر المأمول كمحفز. بالتالي، فإن محرك بانتون (Pantone) لا يفيد بتاتاً بخفض الاستهلاك. في النهاية، قد تتسبب إضافة الماء في الوقود بتأثيرات تدميرية: تعمل محاقن محرك الديزل بدقة قليلة وبضغط مرتفع (أكثر من ٢٠٠٠ بار)، وقد يتسبب الماء قبل كل شيء بتآكلها ومنع الحركة فيها. والخطر نفسه بالنسبة إلى محرك يعمل على البنزين إلا أن التأثيرات تكون على مدى أبعد.

FOTOLIA



## كيف نخفف من وزن سيارتنا؟

**حتى ١ لتر/١٠٠ كلم.** إلى جانب الديناميكا الهوائية ومقاومة دوران الإطارات، يعتبر وزن السيارة عنصر مهم في استهلاك الوقود: كلما زاد وزن السيارة، زاد الطلب على المحرك مما يزيد من استهلاكه للوقود. يحدد كزافييه دوتورتر Xavier Duteurtre من الشركة الفرنسية لهندسي البلاستيك قائلاً إن التخفيف البالغ من ٥ إلى ١٠ كلغ يقود إلى ربح غرام من ثاني أكسيد الكربون كل كيلومتر" أي توفير نسبة تتراوح بين ٤,٠٪ و٠,٨ لتر/١٠٠ كلم إن أردتم خفض وزن سيارتكم ١٠٠ كلغ. لاكتساب وزن أقل تكثر الخيارات: تتخلصون من كل الأشياء المبعثرة في صندوق السيارة والتي لا جدوى منها، وتستبدلون العجلة الاحتياطية بعدة مضادة للثقب، وتزيلون السقف والعارضتين التي تدعمه وتستبدلون العجلات المصنوعة من الحديد بعجلات من ألومنيوم، وتجنبوا القيادة مع خزان مليء بالوقود إن كانت المسافة التي تقطعونها قصيرة، كما يمكنكم نزع المقعد الخلفي إن كنتم متأكدين من عدم استعماله.

## هل نقطع

**أجل لكن...** يرتبط الجواب بالظروف. حتى ٥٠ كلم/الساعة، وإذا لم يكن الفرق في درجة الحرارة بين القمرة والخارج كبيراً للغاية، فمن الأفضل فتح النوافذ. لسرعة أعلى من ذلك يكون تأثير تدهور الديناميكا الهوائية على الإستهلاك أعلى من التأثير على التكييف الذي من الأفضل استعماله. لكن باعتدال. لأنه بما أن محرك التكييف يديره المحرك الحراري بفضل حزام، فهذا يؤدي إلى ضغط المحرك ويرفع من استهلاك الوقود. يتغير هذا الإرتفاع وفقاً لنوع السيارة والمناخ والظروف. تشير وكالة البئية والتحكم بالطاقة قائلة" في المدينة يُستهلك كمعدل




## هل المحركات الهجينة اقتصادية فعلاً؟

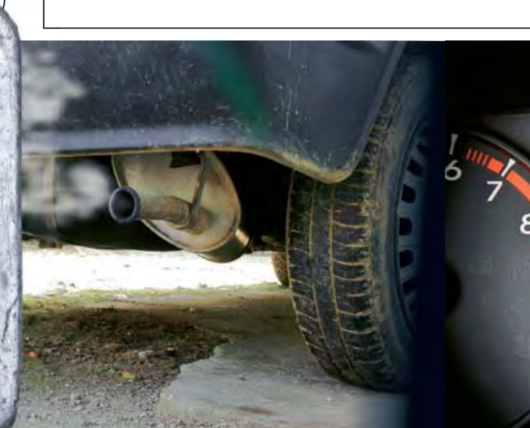
**أجل لكن...** بمزج محرك حراري مع محرك كهربائي، حسنت السيارات الهجينة استعمال الطاقة: ينقطع المحرك الحراري حالما لم يعد مكبس السرعة (دواسة البنزين) مطلوباً، ويستعمل المحرك الكهربائي للإنطلاق والقيادة بسرعة منخفضة وكدعم للمحرك الحراري. لا أهمية للمحرك الهجين مقارنة بالمحركات الحرارية ١٠٠٪ بالنسبة للسير على الطرقات السريعة. لكن تلك التقنية تسمح باستهلاك أقل في المدينة. مثلاً سيارة تويوتا يارس (Toyota Yaris) الهجينة تستهلك أقل بكثير من ٣,١ ل/١٠٠ كلم في الدورة العادية في مسار في المدينة مقارنة بنسختها العاملة على الديزل (٤,٨ ل/١٠٠ كلم). وسعرها أقل: يصبح شراؤها مكسباً سريعاً! وينطبق الأمر نفسه على سيارة بيجو ٣٠٠٨ الهجينة ٤ فيلين (Peugeot 3008 hybride 4 Féline) (٢٠٠ حصان)، ويبلغ ثمنها ٣٤٠٢٠ يورو (مايعادل ١٧٠١٠٠ ريال سعودي) مع التخفيض مقابل ٣٦٦٠٠ يورو (مايعادل ١٨٣٠٠٠ ريال سعودي) لنظيرتها العاملة على الديزل هدى أي فيلين بي في أ (HDi Féline BVA) (١٦٣ حصاناً). في فرنسا أدى ذلك بالتالي إلى ارتفاع التخفيضات التي منحت مؤخراً إلى المحركات الهجينة بجعل معظمها مثيرة للاهتمام من الناحية المالية مقارنة بنظيرتها الحرارية لأنها تستهلك أقل (عندما يوفرها الصانع).

## التكييـف؟

٢٠٪ مـن البنزين أو من الديزل أكثر. وعلى الطرقات السريعة، تبلغ الزيادة تقريباً ٦٪. إن الامتنـاع عـن اسـتعمال التكييف ينعكس إيجابياً على فواتير وقودكم.

## الموفرات فعالة؟

**كلا**. يتراوح سعر "موفرات الوقود" بين ٣٠ و٣٠٠ يـورو، لكـن تعتمد كلهـا على نفس الآليـة: علبة تحـوي مغنطيسـاً أو أكثر يثبت على خرطـوم وصـول الوقـود إلى المحرك. يقضـي عملها بالمواءمة بين تشويه وتجانس جزيئـات الوقـود وحتـى تجزئتهـا في بعض الأنـواع المتطـورة منهـا ليسـاهم في توفيـر مـن ٥ إلى ٣٠٪ علـى الاسـتهلاك إن كان المحرك يعمل على الديـزل أو على البنـزين. إن كانـت قطعـة مغنطيـس تكفـي لخفض الاستهلاك، لن يمتنع الصانعون بالطبع من استعمال ذلك الحل. لكن الهيدروكربونات لا تتأثر بالحقل المغنطيسي الضعيف وكما قال هيرفييـه جانمـار Hervé Jeanmart أسـتاذ في جامعـة لوفـان (Louvain) الكاثوليكيـة (بلجيكا) في ختام دراسـته حـول الموفرات المغنطيسية: "لا تأثير لها على عمل المحرك. لا تحسـن نوعية الاحتراق المثالية نسـبياً ولا دورة المحرك. التأثير الوحيد الذي تتسـبب به تلك الأنظمة هو نفسي."



## هل نظام «التوقف والانطلاق» مفيد؟

**أجـل**. إن نظـام "التوقـف والانطلاق" هـو تجهيز انتشـر اليوم نسـبياً. بشـرط أن يسـمح الوضـع بذلـك (محرك سـاخن بما يكفـي، تكييف مقطـوع وبطارية مشـحونة، هـذا النظـام يقطـع تزويـد المحـرك حالما نتوقـف. وحالمـا نرفـع أرجلنا عـن مكبس، يعود المحـرك للدوران. يقول الصـانع فاليو Valeo: "في المدينـة، تمضـي السـيارة ٣٥٪ تقريبـاً مـن وقتها وهـي متوقفـة، والمحرك يدور ببـطء من دون جدوى." عنـد القيادة في المدينـة أثنـاء الازدحـام، تسـمح أنظمة "الوقوف والانطـلاق" الأكثر فعالية (التي توقف المحرك قبل التوقـف الكامل) بتوفير حتى ١٥٪ من الوقـود. من ناحية أخرى، لن يفيدكـم هذا النظام علـى الطرقات أو على الطرقـات السـريعة... انتبهـوا، لا تغركـم الرغبـة في اسـتعمال "التوقـف والانطلاق يدويـاً" عند كل إشـارة ضـوئية حمراء: لن يصـمد جهـاز الإنطلاق لأنه ليس مصـمماً للاسـتعمال المتكـرر. لمواجهـة التوقـف والإنطـلاق المتكرريـن، تسـتعمل أنظمـة "التوقف والانطـلاق" إما جهاز انطلاق - مُطلق وهـو حل يبقى غير مريـح وإما جهاز انطلاق-تـرددي: مبـدأ أكـثر فعاليـة وأقل ضجة في الوقت نفسه.

FOTOLIA

(1) CONSOMMATION DE CARBURANT COMMENT RÉDUIRE SA FACTURE, Science & Vie 1146, pp 124-129
(2) Coralie Hancok

مادة

## تعمل تلك الأنابيب النانوية كعضلة حقيقية

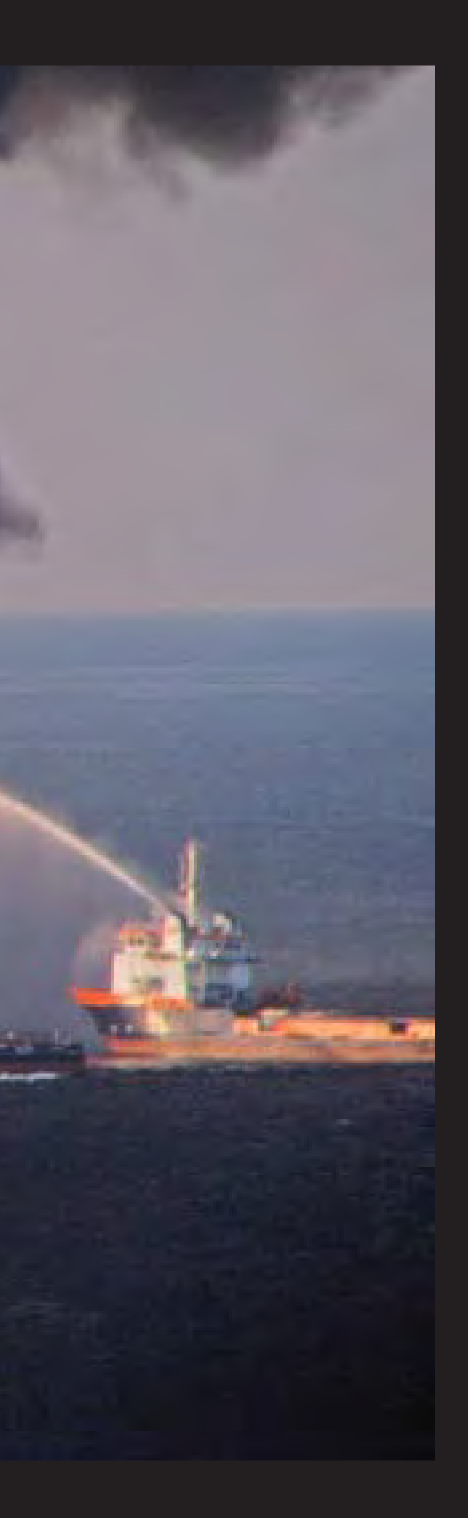
يمكن لهذه الضفيرة حمل أثقال تعادل ١٠٠٠٠٠ مرة وزنها! تنقبض ثم ترتخي تلقائياً من دون "أن تغطس في سائل موصل لتعمل"، بحسب رأي بوغمان Ray Bayghman الذي تولى تصميمها في جامعة دالاس (Dallas) (الولايات المتحدة الأميركية). ما هو سرها؟: إنها مزودة بآلاف من الأنابيب النانوية الكربونية المرتبة بالتوازي وتتمدد عندما يعبرها تيار كهربائي فيتوسع معها غلافها من البارافين. يكفي إذن وصل أطرافها لتنشيطها. عضلة مستقبلية اصطناعية عالية الأداء يمكن استعمالها في آلات دقيقة أو في يد إصطناعية. م.ف

◄ عندما يعبرها تيار كهربائي، تتمدد أنابيب تلك الضفيرة النانوية الكربونية وتتوسع مثل ألياف العضلات

جيوكيمياء

# يُبرِّد ثاني أكسيد الكربون الجو على علو مرتفع

يبرد الاحترار العالمي على علو مرتفع. اكتشف جون إيميرت John Emmert وفريق عمله من مختبر الأبحاث البحرية في واشنطن (Naval Research Laboratory) أثناء تدقيقهم في القياسات التي مدهم بها القمر الاصطناعي الكندي SCISAT-1 والتي جمعها بين العامين ٢٠٠٤ و٢٠١١م، أن كمية ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) في طبقة الثيرموسفير ازدادت (على علو يزيد عن ٩٠ كلم) مرتين أسرع من توقعات النماذج. ويؤكد الباحث قائلاً: "نحن متأكدون من أن ذلك الارتفاع ليس ناتجاً عن تقلبات النشاط الشمسي. بل بفعل زيادة انبعاث ثاني أكسيد الكربون في مستوى سطح الأرض وتأثيره على ارتفاع ١٠٠ كلم. ولهذا عواقب: استخفافنا بتبريد الثيرموسفير." فعلى ارتفاع منخفض، كان ثاني أكسيد الكربون مركزاً للغاية إلى حد أنه بعث نحو الأرض أشعة الشمس وهواء أدفأ من خلال تأثير الدفيئة الشهير، لكن تركيز ثاني أكسيد الكربون ضئيل جدا في الثيرموسفير لا يمكنه إحداث نفس التأثير، يحدد جون إيميرت John Emmert قائلاً: "إن تأثير ثاني أكسيد الكربون السائد على طبقات الغلاف الجوي في علو مرتفع هو الاصطدام مع جزيئات الأكسجين: تتهيج وتبث إشعاعاً في الفضاء وماتلبث أن تبرد." وبالتالي فإنه بعد أن ازدادت برودة الثيرموسفير أصبحت هذه الطبقة أكثر تكدساً... وتبقى بعيدة عن الأقمار الإصطناعية مما يطيل من مدة حياتها في مدارها حول الأرض. م.ف



إزالة التلوث

# نشر البترول يزيده تسممًا[1]

في مكافحة التسرب النفطي الذي تسبب به انفجار منصة ديبواتر هورايزون (Deepwater Horizon) زاد استعمال المواد الكيمائية لتبديد ونشر بقع النفط من سمّيته... أكثر بـ٥٢ مرة! هذه نتيجة الأعمال التي أجريت بعد الكارثة التي تعرض لها خليج المكسيك Mexique في العام ٢٠١٠. عند القيام باختبارات السمّية على الدولابيّات وهي عوالق في أساس السلسلة الغذائية، لاحظ الباحثون المكسيكيون والأميركيون في الواقع أن الجمع بين النفط والمواد الكيميائية المبددة للنفط تزيد من الوفيات عند الكائنات البالغة وتمنع تفقيس أكثر من نصف البيض مما يهدد النظام البيئي البحري. يقول روبرتو ريكو مارتينيز Roberto Rico-Martinez مؤلف المقال: "يبقى أن نحدد إن كانت فوائد ذلك التبديد تفوقت على زيادة السمّية، ربما كان من الأفضل أن نترك البقعة تتبدد بطريقة طبيعية"؛ هذا ما تقترحه أيضاً كلير باري من جامعة ميامي (Miami). بحسب حساباتها، لم يخفض ضخ المبددات لمعالجة التسرب تحت الماء كمية النفط العائمة على السطح. لمواجهة ٧٨٠ مليون لتر المتسربة في البحر، تم ضخ ٤ مليون لتر من المبددات على السطح وتم ضخ ٣ ملايين أخرى من المبددات في الأعماق.

إي.ل - ت.



▲ المواد المبددة للنفط المستعملة ضد المد الأسود من قبل شركة ديبواتر هورايزون عززت القضاء على الأنظمة البيئية.

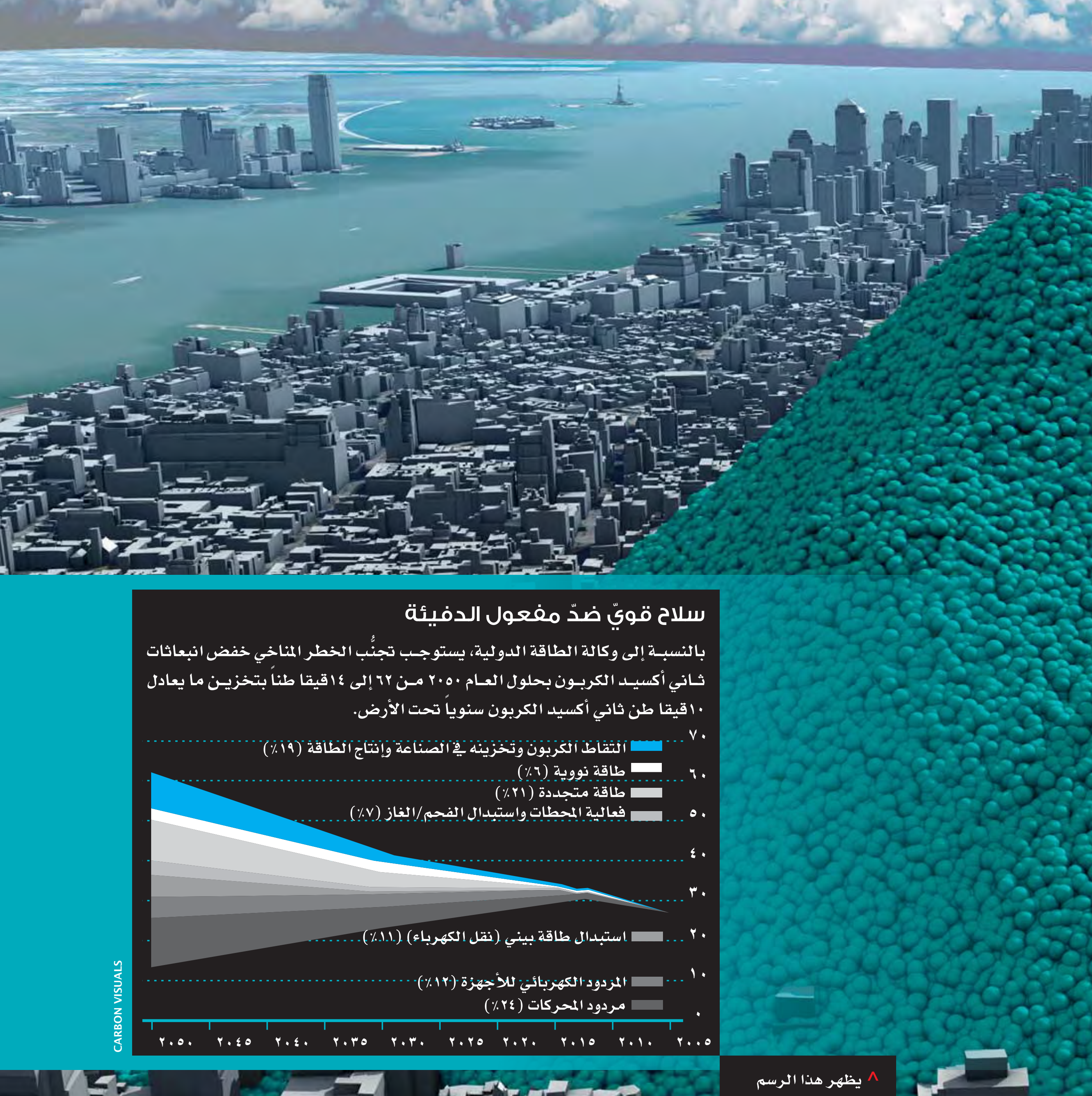
(1) DISPERSER LE PÉTROLE LE REND PLUS TOXIQUE, Science & Vie 1145, pp 26



# تخزين ثاني أكسيد الكربون خطر الإهمال[1]

يبدو تخزين ثاني أكسيد الكربون تحت الأرض خياراً قابلاً للتصديق اليوم إزاء الاحترار العالمي، لكن الشك يسود وسط مخاوف وقوع تسرّب وبروز خطر جيولوجيّ، مما يجعل المستقبل يبدو قاتماً.

بقلم: إيف سكياما[2]



## سلاح قويّ ضدّ مفعول الدفيئة

بالنسبة إلى وكالة الطاقة الدولية، يستوجب تجنُّب الخطر المناخي خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول العام ٢٠٥٠ من ٦٢ إلى ١٤ قيقا طناً بتخزين ما يعادل ١٠ قيقا طن ثاني أكسيد الكربون سنوياً تحت الأرض.



^ يظهر هذا الرسم انبعاثات يوم واحد من ثاني أكسيد الكربون في نيويورك التي تعادل ١٥٠ ألف طن (كل كرة تزن طناً واحداً).

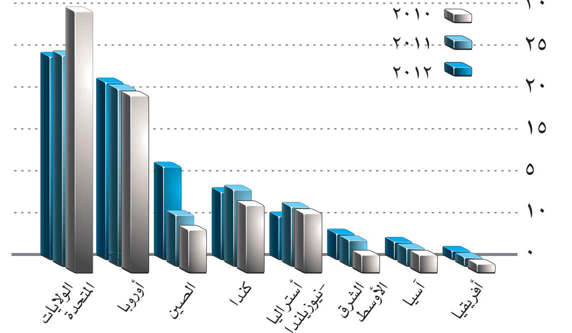


جمع ثاني أكسيد الكربون المنبعث من مداخن المصانع والمحطات، وإرساله عبر الأنابيب إلى المواقع المخصّصة لهذا الغرض بالذات، ومن ثم حقنه بواسطة مضخّات قويّة يزيد عمقها عن كلم واحد تحت طبقات جيولوجية غير نافذة للماء تحتجزه لآلاف السنين. أصبحت الفكرة التي ولدت عام ١٩٩٠ بهدف التخلّص من ثاني أكسيد الكربون الذي يستمرّ في التسبّب باضطراب المناخ من خلال وضعه تحت الأرض، قابلة للتصديق في النهاية. إلى درجة حصول الفكرة على إجماع استثنائيّ من العلماء وعلماء البيئة (باستثناء غرينبيس Greenpeace) والصناعيين. بالتالي، تلجأ معظم سيناريوهات إزالة الكربون من الطاقة إلى حدّ كبير إلى هذه التقنية المسمّاة التقاط الكربون وتخزينه (CSC). تراهن وكالة الطاقة الدوليّة بنسبة ٢٠٪ تقريباً على التقاط الكربون وتخزينه في عمليّة الحدّ من الانبعاثات، وتروّج بالتالي لهذه التقنية على أنّها أداة مناخيّة كبرى.

لكن منذ سنتين، ولّدت نقاشات عدّة حول مخاطر التسرّب في مواقع التخزين وهي مخاوف حيال مستقبل التقاط الكربون وتخزينه. فقد أثارت تحذيرات في الماضي بشأن عمليّات التخزين الاختباريّة قلقاً لا سيما في كندا والنرويج، قبل أن يتبيّن افتقار هذه المخاوف إلى تبرير منطقيّ. لكن عام ٢٠١١، عاين منتدى اقتصاديّ أوروبي برئاسة كلوس وولمن Klaus Wallmann من معهد جيومار (Geomar) لعلم المحيطات العمق البحري الواقع فوق الخزّان الأرضيّ قبالة ساحل سلايبنر (Sleipner) في بحر النرويج، وهو الموقع الأهمّ في العالم إذ يحوي أكثر من ٢٠ مليون طن ثاني أكسيد كربون مدفون، واكتشف صدعاً عمقه ٣ كلم. شعر كلوس وولمن Klaus Wallmann بالقلق آنذاك من احتمال وجود رابط بين هذا الصدع وضغط الغاز. وفي يونيو ٢٠١٢، زاد مارك زوباك Mark Zoback، أحد أشهر الجيوفيزيائيين الأميركيين

### ٣ سنين من الركود

رغم ارتفاع حديث شهدته الصين، تتركز كبرى مشاريع التقاط ثاني أكسيد الكربون واحتجازه في الولايات المتحدة وأوروبا. ألغيت مشاريع أوروبيّة متقدمة واستبدلت بأخرى أكثر إيهاماً، ما منح انطباعاً خاطئاً بالاستقرار.




SOURCES: AIE

الذين تستشيرهم الحكومة الأميركيّة بانتظام، من حدة المخاوف، وحذّر من تسبّب حقن باطن الأرض بكميّات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون بزلازل يمكنها -رغم أنّها قد لا تشكّل خطراً على البشر- أن تزعزع تكامل الغطاء الجيولوجيّ غير النافذ للماء. كما وصف عمليّة التقاط الكربون وتخزينه في خاتمة مقاله بالاستراتيجيّة الباهظة الكلفة والبالغة الخطورة، وهو ما أذهل زملاءه.

هل يؤدي خطر التسرب إلى التخلي عن تقنية التقاط الكربون وتخزينه؟ هل يجب التخلّي عمّا كانت إحدى التقنيات النادرة القادرة على صدّ الانهيار المناخيّ الذي أعلن عنه مؤخراً البنك الدوليّ؟ بالنسبة إلى الجيوفيزيائيين، لا أساس لهذه المخاوف ولا أحد يحبّذ عملياً التخلّي عن التقاط الكربون وتخزينه.

## لم يُضبط ولو قدر ضئيل من التسرّب

ولا حتى مكتشف صدع سلايبنر Sleipner، والسبب وجيه. يقول كلوس وولمن Klaus Wallmann: "راقبنا منذ ذلك الحين عمر ذلك

## اصطلاح

**التقاط ثاني أكسيد الكربون:** إنّه عبارة عن فصل ثاني أكسيد الكربون عن الدخان المنبعث من المصانع أو المحطّات. هذه الخطوة التي يجب أن تسبق النقل والحقن معقّدة أكثر بثلاثة إلى أربعة أضعاف. فثاني أكسيد الكربون غاز قليل التفاعل وبالتالي يصعب احتجازه كيميائياً.






## مشاريع غير كافية العدد

**يشكّل التقاط الكربون وتخزينه اليوم محور ٧٥ مشروعاً كبيراً متكاملاً على الصعيد العالمي، من بينها أقل من ١٠ مشاريع تحقن ثاني أكسيد الكربون بشكل فعّال في باطن الأرض. بحسب وكالة الطاقة الدوليّة، يجب أن يبلغ عددها بهدف النجاح ١٠٠ في عام ٢٠٢٠ و ٨٥٠ في عام ٢٠٣٠ و ٣٢٠٠ في عام ٢٠٥٠. الكلفة الإجمالية، ٣آلاف مليار دولار.**

الصدع وبدا جيولوجياً أنّه قديم جداً"، ما تزال الشكوك القائلة إنّ الحقن يمكن أن يتسبّب بها. وأضاف قائلاً: "بالمقابل، تأكّدنا من أنّ عمقه يبلغ تقريباً ٢٠٠ متر ولكن يبقى ٧٠٠ متر آخر من الترسّبات قبل بلوغ الصخور القشرية وهي بدورها سميكة جداً.

كما يشدّد الجيوكيميائيون على ضرورة اتخاذ احتياطات إضافية في المستقبل باستخدام أدوات جديدة لتحديد الصدوع الموجودة عند اختيار المواقع.

كذلك، حّذر من وجود ممرات حالياً بين الأعماق والصخور السطحية ومن أنّ الهيدروكربونات ترشح أحياناً عبر صدوع البحر الشماليّة. لكنه يشدّد على أنّ الأهمّ هو مقدار هذا الرشح الذي يبلغ طنا في السنة، ولا يتجاوز حده الأقصى العشرة أطنان، بالمقارنة مع كميّة الحقن التي تتجاوز المليون طن سنوياً. "برأيي، يصعب أن نضمن صمود طبقة ما للمياه مئة في المئة، لكن يبدو لي أنّ ضمان عدم تجاوز نسبة التسرّب الواحد في المئة على مرّ قرون عدّة واقعياً". يقول كلوس وولمن Klaus Wallmann إنّ هذا سيكون كافياً للفوز بالجولة لأنّ المطاف




ينتهي بذوبان ثاني أكسيد الكربون في مياه البحر المالحة التي تشبع طبقة الحقن إشباعاً طبيعياً، ويصبح بهذا أثقل من السائل المحيط ويمكن اعتبار ترسّباته دائمة.

لكن ماذا عن خطر الزلازل المتأتّي عن الأمر والذي تكّلم عنه مارك زوباك Mark Zoback؟ يقول روبن خوانس Ruben Juanes أستاذ معهد ماساشوستس للتقنية(MIT) في الولايات المتحدة الامريكية وأخصائيّ ديناميكا السوائل في الأوساط المساميّة: "هذا صحيح، يجب الاحتراس جدياً من خطر انزلاق الصدوع". في مقال صدر في يونيو ٢٠١٢، قدّم خوانس Juanes مع زملاء له نموذجاً يتيح، بالإعتماد على ١٢ خاصية فيزيائية لصخرة ما، تقدير كمية ثاني أكسيد الكربون التي يمكنها أن تحويها إضافة إلى إيقاع الحقن الذي يمكنها احتماله. رغم أنّه اشتُبه دوماً بمساهمة هذين العاملين في الحدّ من احتمالات التقاط الكربون وتخزينه، أثبت الجيوفيزيائيّون أنّ ١١ مخزونًا كبيرًا لمياه جوفيّة مالحة كبير (طبقات جيولوجيّة مساميّة) من بين العشرات التي تضمّها الولايات المتحدة الامريكية، يكفي لتخزين انبعاثات قرن كامل في أمريكا الشماليّة بدون تجاوز قدرات امتصاص هذه الطبقات. بحسب قوله، يبقى هذا التقدير صالحاً بعد ما نشره زوباك Zoback حتى ولو استوجب بالنظر إلى اعتراضاته إعادة معاينة بعض نقاط حقننا عن كثب.

في الواقع، حتى مارك زوباك Mark Zoback يحرص على التشديد على كلامه. فهو يقول: "لفت الانتباه إلى خطر الزلازل الذي لم يتم أخذه في عين الاعتبار". يبقى ثاني أكسيد الكربون في باطن الأرض أخفّ من السوائل المحيطة به حتى ذوبانه، وهو يسعى إلى الصعود. إذاً، يشكّل تكامل الغلاف عدم وجود منافذ العنصر الأساس. لكن لا أقول بهذا إنّ عمليّة التقاط الكربون وتخزينه لا يمكن أن تنجح، ولا إنّ هذه ليست فكرة موفقة. لكنني أتساءل فحسب بشأن قدرتها على استيعاب كميّات الكربون الهائلة التي نستعدّ لإنتاجها في العالم.

**انتهى المطاف بفرض فكرة تخزين ثاني أكسيد الكربون ذاتها على الجميع تقريباً**

يقول هاورد هرزوغ Howard Herzog أحد المشاركين في كتابة المقال المخصّص لعمليّة التقاط الكربون وتخزينه لدى اللجنة الدولية للتغيّرات المناخيّة عام ٢٠٠٥ إنّ هذه النقاشات والتنبيهات جزء من التطوّر الطبيعيّ لكلّ تقنية جديدة. لكونه مهندس تدريب، يدير أحد منتديات الأبحاث الصناعيّة الأساسيّة في العالم حول عمليّة التقاط الكربون وتخزينه ومبادرة احتباس الكربون الخاصة بمعهد ماساشوستس للتقنية (MIT) الذي يضمّ أفراده بعضاً من أهمّ الأسماء العاملة في هذا المجال لا سيما ألستوم (Alstom) وشلومبرغر (Schlumberger). وقال أيضاً إنّ لا شيء جديد فعلياً بهذا الشأن. فالزلازل المترتّبة عن الأمر وسبل الاحتياط ←

← منها معروفة منذ زمن. بالنسبة إلى اكتشاف سلايبنر Sleipner، كنّا نعرف جميعنا أنّ مفاجآت ستبرز وأنّ القشرة الأرضيّة شديدة التباين. كانت ستكون مفاجأة لو لم تكن هناك مفاجآت، لا شيء ممّا اكتشفناه يعرّض التقنية للخطر".

يذكر هاورد هرزوغ Howard Herzog بأنّ الباحثين والمهندسين الذين يطوّرون عمليّة التقاط الكربون وتخزينه في أنحاء العالم خزّنوا مرات عدّة إلى الآن عشرات الملايين من أطنان ثاني أكسيد الكربون في مختلف خزّانات المياه الجوفيّة، بدون أن يُضبط ولو قدر ضئيل من التسرّب. وهذا يتوافق نوعاً ما مع شروط العقد المبرم مع المجتمع. بالنسبة إليه، بلغنا مرحلة تغيير في السلم يمرّ بصنع عدد كبير من مواقع الاختبار التي تتخذ حجماً صناعياً نوعاً ما كي تستوعب المشاريع الأساسية الجارية حالياً والبالغ عددها ٢٠ تقريباً.

> التخلّي عن التخزين والسعي بدلاً من ذلك إلى الأقلمة؟ سيكون الثمن أبهظ بعد...

لكن إضافة إلى مسألة التسرّب، وهنا تكمن المشكلة، يمكن لعمليّة التقاط الكربون وتخزينه أن تتأخر تأخراً مهلكاً. لا يقتصر السبب على كون مواقع الاختبار هذه باهظة الثمن، فالكلّ يتساءل عمّا سيحدث بعد الاختبار. يقول هرزوغ Herzog إنّه عند تطوير تقنية صناعيّة، نعدّ نموذجاً أولياً ثم نقوم باختبار على نطاق أوسع وننتقل من ثم مباشرة إلى السوق. بعد هذا، يتمّ تحسين المنشآت تدريجياً على ضوء الخبرة. لكن في حالة التقاط الكربون وتخزينه، تكمن المشكلة في عدم وجود سوق، وهنالك خطر بعدم توافر واحدة قبل ٢٠ سنة، طالما أنّ السياسة المناخية تبدو متوقّفة. بهذا، يبرز تكهّن متشائم بأنّ الفشل الذي أعلنه مؤتمر الدوحة في ديسمبر ٢٠١٢ يتحقّق كما يبدو.

لأنّ كلفة التقاط الكربون وتخزينه تبقى مرتفعة للأسف: يزيد التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه عن كلفة الكيلوواط المنتج في الساعة من محطة طاقة تعمل بالفحم بنسبة ٧٥٪. ستستمر هذه الكلفة الزائدة في الانخفاض لكن لا نتصوّر أنها ستقلّ عن ٥٠٪. تبرز الحاجة الحتميّة إذاً بهدف تطوير التقنية إلى سوق كربون أو إلى قانون يحدّ من الانبعاثات. باختصار، تبرز الحاجة إلى سياسة مناخيّة. بالنسبة إلى الصناعيّ، إن وُجدت هذه السياسة، سيشكّل موقع الاختبار استثماراً، وغيابه إنفاقاً مستهتراً، من ناحية مصلحة المساهمين البحتة.

كم يلزم الوقت يمكن لإجراء بحوث لتطوير أداة صناعية مضادة للاحترار، وحتى لو نجحت لن تجد من يشتريها في المدى المنظور؟ بدأ أخصائيّو هذا المجال بطرح السؤال على أنفسهم. طبعاً، لا أحد يعلن حالياً استعداده عن التخلّي عن التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الذي اعتُبر مرات عدة تقنية واحدة ضروريّة للحدّ من الانبعاثات. لكنّ الشكّ ملموس. تمّ وقف عدد كبير من مشاريع اختبار واسعة النطاق مؤخراً في أوروبا، مثل تحويل محطة لونغانت Longanet الاسكتلندية الضخمة التي تعمل بالفحم إلى تقنية التقاط الكربون وتخزينه. يجدر القول إنّ برنامج التمويل الأوروبيّ الأساسيّ لالتقاط الكربون وتخزينه، نير ٣٠٠ (NER300) الذي ارتكز على سعر طنّ ثاني أكسيد الكربون المنتج، شهد تراجعاً في ميزانيّته زاد عن مليار يورو منذ العام ٢٠١٠ بسبب انخفاض سعر ثاني أكسيد الكربون من ٢٠ إلى ٦ يورو للطنّ الواحد. كما أُلغي أحد أكبر مشاريع الاختبار الأمريكية، مشروع فيوتشرجن (FutureGen) (١,٣ مليار دولار مايعادل ٦,٥ مليار ريال سعودي) ومن ثم استؤنف، بدون التطرّق فعلياً إلى المخاوف المستقبليّة المتعلّقة به.

## الكرة في ملعب المعسكر السياسيّ

هذا التردد ملحوظ حتى في معهد

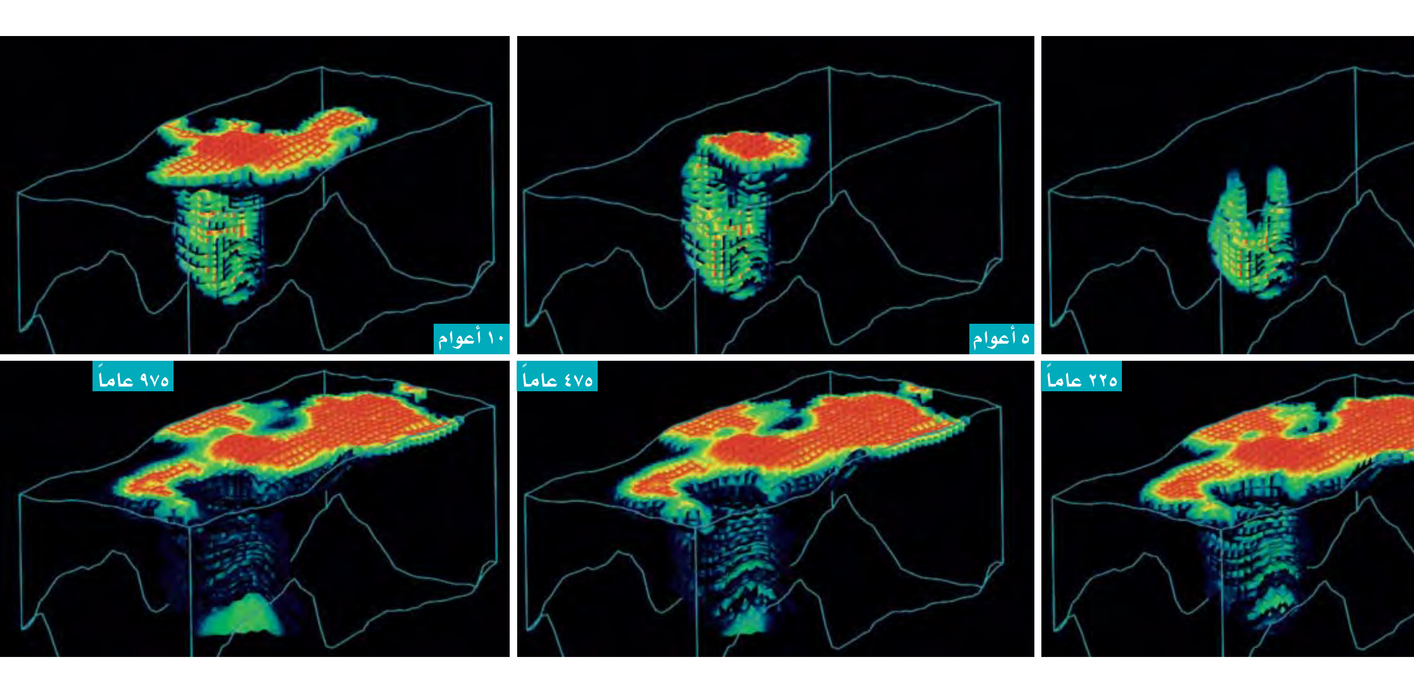
> نمذجة زمنية عن تخزين الكربون في موقع سلايبنر الواقع تحت البحر النروجيّ. يصعد ثاني أكسيد الكربون من نقطة الحقن ويمتدّ متركزاً (الأحمر) تحت السقف الصامد للماء.

الحال في البداية (١٩٩٦)

عامان

٢٥ سنة

Y.LE GALLO, L.TRENTY, A.MICHEL, S.VIDAL-GILBERT, T.PARRA, L.JEANNIN-2006-LONG TERME FLOW SIMULATION OF CO2 STORAGE IN SALINE AQUIFERS, IN PROCEEDINGS OF THE ICGCT CONFERENCES, TRONDHEIM




ماساتشوستس للتقنية MIT. يستنتج خوانس Juanes أيضاً بأنّ غياب التشريع المناخيّ حدّ كثيراً من النشاط الذي توافر في بداية مجال الأبحاث هذا. يقول هرزوغ Herzog: "إنّ المؤسسات التي كانت معنا لا تزال تدعمنا، ونحن ممتنّون لها، لكننا نلاحظ أنّ التزامها تراجع".

هذا التباطؤ مقلق بالأخصّ لأنّ المهمّة ما زالت هائلة وقد وقع تأخير كبير. يجدر بعملية التقاط الكربون وتخزينه فعلياً أن تتولّى الجزء الواقع على عاتقها من الجهود المبذولة وأن تخزّن في الوقت المحدّد ١٠ مليارات طنّ من ثاني أكسيد الكربون سنوياً، بينما لا تتجاوز الكميّة اليوم ٢٠ مليون طن. يقول مارك زوباك Mark Zoback إنّ هذا الهدف رهن بحقن ما يعادل إنتاج الكوكب من النفط في باطن الأرض سنوياً، أي آلاف الآبار في أنحاء العالم كافة. وهذا استثمار ماليّ وصناعيّ وبشريّ متعب يستدعي تفاعلنا بأسرع ما يمكننا. يتابع هرزوغ Herzog قوله: "إن كانت الأسواق موجودة، ستتيح قدرتها على التسارع الأمل ببلوغ الهدف". لهذا يجب الاستمرار في تجميع المعلومات لنكون مستعدّين لمواجهة تغيّر السياق. بالمقابل، إن كنّا متأكدين من أنّه لن توضع أبداً سياسة مناخية، يستحسن بنا وقف كل شيء والانكباب على الأقلمة. ويتابع المهندس الذي أتى إعصار ساندي (Sandy) مؤخراً على مختبره إنّه في هذه الحال، سيكون الحلّ الوحيد لحماية السواحل من ارتفاع منسوب مياه البحر باهظاً بقدر اعتماد التقاط الكربون وتخزينه. الكرة إذاً في ملعب المعسكر السياسيّ، ولا يمكن أن يعزى فشل هذا المشروع الجبّار بأيّ حال إلى قصور في التقنية.

## استخراج البترول المساعَد، حلّ خاطئ

**إنّ استخراج البترول المساعَد بديل عن التقاط الكربون وتخزينه. فيعتمد اخراجه على حقن ثاني أكسيد الكربون في حقل هيدروكربونيّ باطنيّ لدفع النفط المتبقّي (حتى ٧٠٪ من الحقل) نحو البئر. هذه التقنيّة الواسعة الاستخدام في الولايات المتحدة الامريكية تعوض جزئياً بفضل فائض النفط الذي يتمّ الحصول عليه، ثمن التقاط ثاني أكسيد الكربون. لكن لها نقطتا ضعف إذ إنّ جزءاً من الغاز المحقون يخرج مع النفط (لا يتسرّب إلى الغلاف الجويّ لكن بعد فترة، يبلغ التخزين حده الأعلى لأنّ ثاني أكسيد الكربون هو ذاته الذي يدخل ويخرج). كما أنّ سعة خزّانات النفط أقلّ من أن تستوعب جزءاً كبيراً من الانبعاثات، لا سيّما تلك المنسوبة إلى الفحم.**

(1) STOCKAGE DU $CO_2$ LA MENACE DE L'ABANDON, Science & Vie 1144, pp 68-73
(2) YVES SCIAMA

# الكهوف الغريبة [1]

**حفرتها الطبيعة أو أحياناً حفرها الإنسان، تلك التجاويف تحت الأرض البعيدة عن الأنظار هي غريبة ، رحلة إلى عالم العجائب...**

بقلم: كورالين لوازو [2]

## لحن في باطن الأرض

يرتفع مستوى البحر ويندفع إلى داخل كهف فنغال (Fingal) البحري في اسكتلندا، يُسمَع صدى هدير الموج تحت القبة الصخرية. اجتاحت سيمفونية من الأصوات الكهف إلى حد أنه سمّي "الكهف الشجي"، كما أن هناك طابع موسيقي آخر: جدرانه مكسوة كلياً بالأعمدة البازلتية وهي بُنىً صخرية تشبه شكل الأرغن؛ تظهر تلك الأعمدة المسدسة الأضلاع عندما تبرد الحمم ببطء: تنكسر إذاً وهي تأخذ تلك الأشكال الهندسية.

JIM RICHARDSON/NGS

## أين المخرج؟

إن باطن الأرض في جزر البهاما (Bahamas) مليء بالثقوب، ويحجب كيلومترات من الكهوف المغمورة بالماء التي تقود إلى البحر، ويأتي الغطاسون من العالم أجمع لمشاهدة تلك القاعات المليئة بالهوابط والصواعد التي يغمرها الماء والصمت. وحده ضوء المصابيح الاصطناعي يضيء ذلك المشهد... وتلك الطريق؛ لأنه في تلك الشبكة اللامتناهية من الأنفاق، نتوه بسرعة، وعند ذلك حذار من نفاد الأكسجين وإلا سيكون الموت محتوماً! لهذا السبب يحل الغطاسون دائماً خيوط بكرة وراءهم ليضمنوا إيجاد المخرج.

WES SKILES/NGS

## أخاديد البركان

تختبئ أنفاق حمم الـ"ثورستون" (Thurston) تحت سفوح بركان كيلويا (Kilauea) في أرخبيل هاواي (Hawaii). منذ خمسمئة عام تقريباً، خلال أحد الثورانات، تدفقت الحمم بطريقة مائعة؛ برد الصخر المصهور عند احتكاكه بالهواء وتجمد بسرعة في الخارج، مشكلاً مايشبه الأنبوب. لكن الحمم في الداخل التي كانت لا تزال ساخنة للغاية، تابعت التدفق مفرغة المكان تدريجياً ليحل مكانها هذا النفق الطبيعي الذي يبلغ طوله مئات الأمتار.

OLIVIER GRUNEWALD

## نفق الجليد

لا نشعر بالاطمئنان كثيراً بالوقوف تحت هذا الخزان العملاق من الثلج! لإن الكهوف من هذا النوع لا تشتهر بمتانتها: مع ذوبان الجليد، نواجه دائماً خطر انهيار جزء من القبة من دون أي إنذار. يفكر المستكشفون الذين يتجرؤون على المجازفة بالمرور من هناك في هذا الخطر؛ وبالتالي يتذكروا هذا الخطر، ويصدر المكان صريراً وتظهر فيه تشققات بشكل مستمر. هنا مثلاً، تحت هذا النهر الجليدي الذي ينساب ببطء على سفوح البركان الأيسلندي أورافاجوكول (Oraefajokull). إنها رحلة محفوفة بالمخاطر إذاً! لكن المنظر الساحر يستحق ذلك العناء كثيراً...

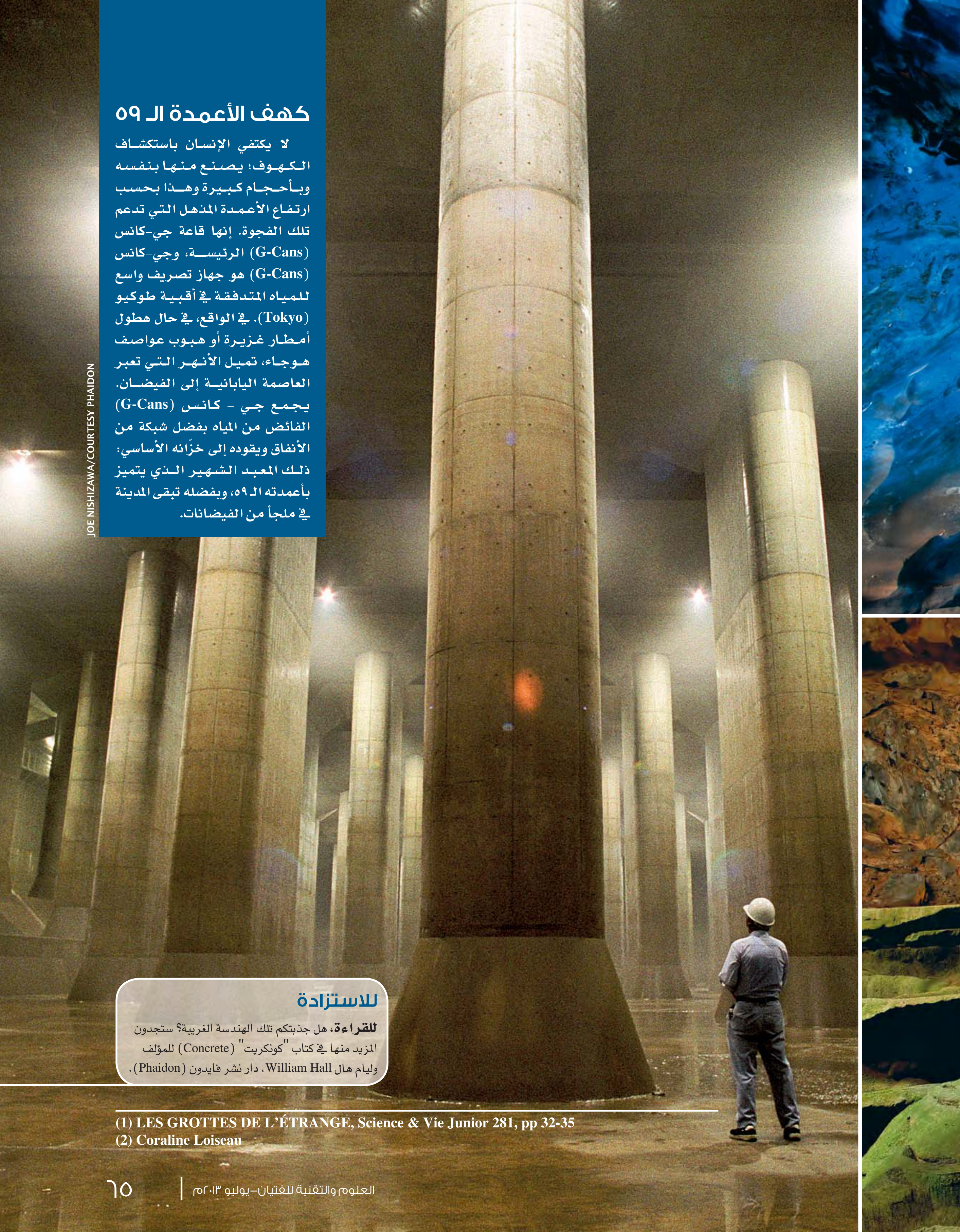
ORVAR ATLI THORGEIRSSON

## تبسط لهم السجادة الخضراء!

## تجتاحه الحياة

أهلاً بكم في أكبر كهف في العالم! يبلغ ارتفاع بعض القاعات ٢٠٠ متر تقريباً وعرضها ١٠٠ متر: قد تتسع لحي كامل من المباني أو لركن طائرة بوينغ ٧٤٧ (Boeing 747!) يتدفق داخل ذلك الكهف العملاق نهر تحت الأرض، يغذي أحواضاً متعددة تغطيها الطحالب. تمكنت نباتات من النمو في هذا العالم الخالي من النور لأن سقفه تملأه في بعض الأماكن ثقوباً كبيرة تفتح على الدغل المجاور، إلى حد أن غابة استوائية حقيقية تمكنت من النمو تحت الأرض منتصبة في إحدى تلك الفجوات!

PETER CARSTEN/NGS



JOE NISHIZAWA/COURTESY PHAIDON

## كهف الأعمدة الـ ٥٩

لا يكتفي الإنسان باستكشاف الكهوف؛ يصنع منها بنفسه وبأحجام كبيرة وهذا بحسب ارتفاع الأعمدة المذهل التي تدعم تلك الفجوة. إنها قاعة جي-كانس (G-Cans) الرئيسة، وجي-كانس (G-Cans) هو جهاز تصريف واسع للمياه المتدفقة في أقبية طوكيو (Tokyo). في الواقع، في حال هطول أمطار غزيرة أو هبوب عواصف هوجاء، تميل الأنهر التي تعبر العاصمة اليابانية إلى الفيضان. يجمع جي - كانس (G-Cans) الفائض من المياه بفضل شبكة من الأنفاق ويقوده إلى خزّانه الأساسي: ذلك المعبد الشهير الذي يتميز بأعمدته الـ ٥٩، وبفضله تبقى المدينة في ملجأ من الفيضانات.

### للاستزادة

**للقراءة**، هل جذبتكم تلك الهندسة الغريبة؟ ستجدون المزيد منها في كتاب "كونكريت" (Concrete) للمؤلف وليام هال William Hall، دار نشر فايدون (Phaidon).

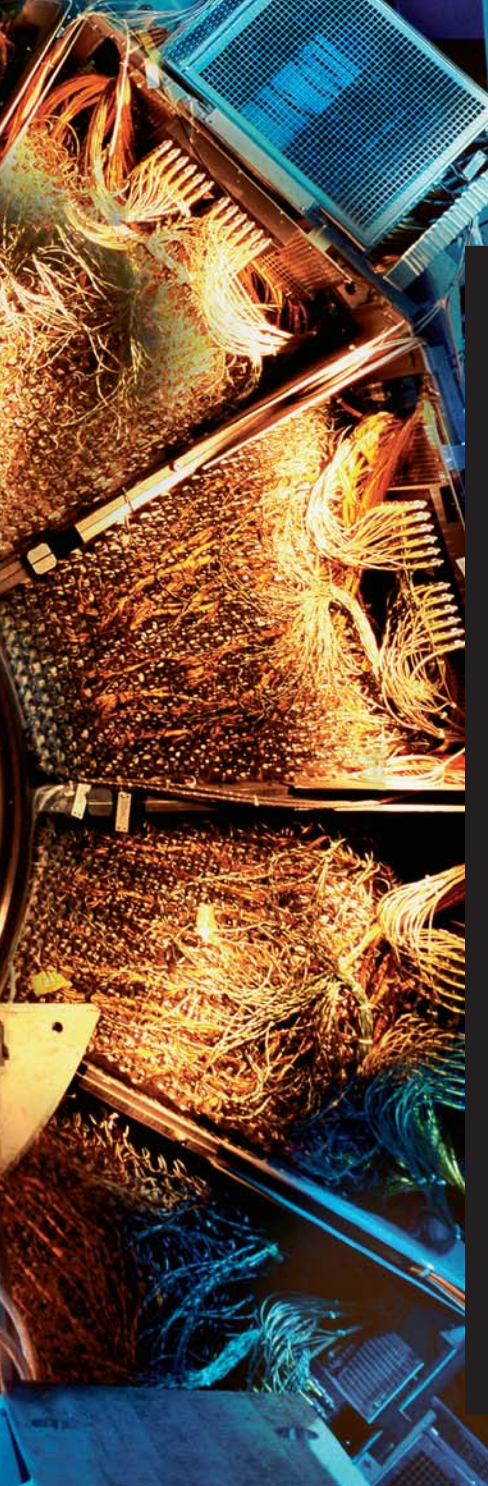
(1) LES GROTTES DE L'ÉTRANGE, Science & Vie Junior 281, pp 32-35
(2) Coraline Loiseau


مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST


nature
الطبعة العربية
ذَرّة الكَمّ
مئة عام بعد نموذج «بور»
إنتاج الحديد بالكهرباء
6 إشارات للارتياب في عمل بحثي
خلايا جذعية بشرية مولّدة بالاستنساخ




العلوم والتقنية
الإضافات الغذائية
(الجزء الثاني)
الميكروبات النافعة
إضافات تصنيع التمور
حفظ الأغذية




# أخبار المختبرات

فيزياء

## الوقت يمرّ حتى عند الذرة[1]

للمرة الأولى تمكّن العلماء من إظهار - بوضوح على المستوى المجهري- عملية ليست قابلة للانعكاس مع الزمن؛ يشرح غي ورمسر Guy Wormser من مختبر المعجل الخطي (جامعة باريس-سود (Université Paris-Sud) (فرنسا) وعضو في مجموعة المتعاونين بابار (BaBar) قائلاً: "من وجهة نظرنا، إن عدم القابلية للانعكاس من الظواهر الفيزيائية أمر تافه، فمن المؤكد أن لا أحداً رأى قطعًا مكسورة من الزجاج تعود وتتجمع. وبالعكس، فإن معادلات الفيزياء متناهية الصغر هي قابلة كلياً للانعكاس مع الوقت. إلى حد أنه في حال إذا كان احتمال حدوث ظاهرة تتعلق بجسيمات دقيقة ممكن، نتوقع مسبقا أن حدوث الظاهرة العكسية ممكن أيضا وبنفس درجة الإحتمال". إلا أنه استدلالياً، كان رأي المختبرين قاطعاً: إن احتمال تحول الميزون ب، الجسيمات البسيطة، من حالة كمية إلى أخرى ليس نفسه وهذا يتوقف على حدوث ذلك التحول في أحد الاتجاهين، إن الظاهرة غير متناظرة بالنسبة إلى الزمن. حتى الآن، وحده عالم الأجسام الكبيرة كان معنياً بعدم القابلية للانعكاس من هذا النوع: ينص مبدأ الديناميكا الحرارية الثاني الشهير الذي يصف التبادلات الحرارية بين الأنظمة، على أن درجة عدم الإنتظام لا يمكنها إلا أن تزداد مع الوقت، والإثبات اليوم هو أن العامل الزمني ينطلق أيضاً من قلب المتناهي في الصغر. م.ج.




بفضل كاشف الجسيمات من مجموعة المتعاونين بابار (BaBar) في جامعة ستانفورد (Stanford)، أظهر الباحثون أن عامل الزمن يلعب -أيضاً- دوراً بارزاً على المستوى المجهري

P.GINTER/CORBIS

(1) LE TEMPS S'ÉCOULE AUSSI POUR L'ATOME, Science & Vie 1145, pp 10-11




# نرسم بفضله كل الأشكال الهندسية بلمحة بصر

مسطرة وفرجار ومنقلة ومثلث مجتمعة كلها في أداة ارتفاعها ٦ سم وطولها ١٤ سم... إليكم ما عرضه أستاذ سابق للفيزياء التطبيقية تييري دولاتر (Thierry Delattre) مع الـ ثاموغراف (thaMographe)؛ تلك الأداة المستديرة الأطراف (خالية من الزوايا الحادة الخطرة) تسمح أيضاً برسم دوائر وخطوط متوازية ومضلعات عادية... من بين أسرار الثاموغراف: مسطرته المركزية ونظام محوره المصنوعان من المطاط البلاستيكي الحراري (TPR) الذي يلتصق جيداً بالورقة ويسمح بالتالي برسم دوائر منتظمة إلى حد كبير بتحريك القلم ببساطة. ابتكار ذكي! إي.ت-أ.

**للمعلومات:** www.thamtham.fr

**الثمن:** ٥ يورو تقريباً.

طب الأعصاب النفسي

# دواء مدر للبول قد يكون فعالاً في تخفيف اضطرابات... التوحد

▲ بفضل هذا الدواء، بدا الأولاد المصابين بالتوحد أكثر قدرة على التواصل.

S.ACHARD-PETRA VERTES - D.PHILLIPS/BSIP - À L'ÉCOLE ABA DE LA FONDATION AUTISME, S.BRÄNDSTRÖM/PICTURE TANK

الحد من اضطرابات التوحد بفضل دواء يستعمل عادة لعلاج ارتفاع ضغط الدم؟ حالياً، استفاد منه فقط ستون ولداً تتراوح أعمارهم بين ٣ و١١ عاماً. لكن يبقى علينا أن نحذر. أن مدر البول الذي يستعمل عادة لزيادة إفراز البول يتسبب أيضاً بخفض معدلات الكلور في دماغ هؤلاء الأولاد. يشرح يهيزكيل بن أري Yehezkel Ben-Ari من معهد البيولوجيا العصبية في البحر المتوسط INMED في مرسيليا (Marseille) (فرنسا) قائلاً: "كنا نعرف أن الخلايا العصبية غير الناضجة أو خلايا المرضى المصابين بالصرع العصبي تحوي كمية كبيرة من الكلور مما يجعل الخلايا العصبية التي تعمل بمساعدة الناقل العصبي غابا (GABA) منبهة بدلاً أن تكون مثبطة." وضِعت نظرية بمساعدة عالم النفس ايريك لومونييه Eric Lemmonnier من مركز الطبي الإقليمي في بريست (Brest) (فرنسا) تقول: إن معدلات الكلور المرتفعة في الخلايا العصبية قد تكون أيضاً سبب في تغيرات التثبيط الدماغي عند المرضى المصابين بالتوحد. لكن لتخفيض معدلات الكلور لا شيء أفضل من مدر للبول! يحدد ايريك لومونييه Eric Lemmonnier قائلاً: "حتى لو احتاجت تلك النتائج إلى إثبات من خلال دراسة تضم عدداً أكبر من المرضى، فإن معظم الأولاد المصابين بالتوحد شهدوا تحسناً في عوارضهم. وأصبحوا متواجدين أكثر وتحسنت قدرتهم على التواصل الإجتماعي". س.هـ.




**هل مخيلتك خصبة؟ حان الوقت لتثبت ذلك بتلبية تحدياتنا الصغيرة. ولا تجزع في حال لم تكن نتيجتك بالمستوى الذي يرضيك: اتبع لتعزز إبداعك!**

بقلم: كارين بيريير [٢]. صور رومان جيهانو [٣]

## هل أنت مبدع؟ جرِّب هذا الاختبار!

لديك خمس دقائق لتجيب على كل سؤال من الأسئلة التالية. لا تنس أن الهدف هو الإجابة بطريقة مبتكرة. لذلك شغل عقلك!

### السؤال الأول

انجز أكبر عدد من الرسوم إنطلاقاً من هذا الشكل.

### السؤال الثاني

اذكر أكبر عدد من الاستعمالات الممكنة لهذه الطوبة.

### السؤال الثالث

كيف نشكل أربعة مثلثات متساوية الأضلاع بواسطة ستة أعواد من الكبريت؟

### السؤال الرابع

ولدت نورة وسارة في اليوم نفسه، في الشهر نفسه من السنة نفسها، من الأم نفسها ومن الأب نفسه مع أنهما ليستا توأماً. كيف يعقل ذلك؟

### السؤال الخامس

خذ ورقة مربعة من ٧×١٢ سم. كيف تقص فيها دائرة كبيرة بما يكفي لتمرر رأسك من خلالها؟

MAQUILLAGES: PA SCA LE SMOLSKI



# الإبداعية! (١)

## السؤال السادس

هذا الهرم الفولاذي يقف متوازناً على طرفه المستدق الرأس. إنه ثقيل للغاية عند الرفع، وإن لمسناه يتأرجح. كيف تزيل ورقة الـ ١٠٠ يورو من تحته من دون أن يقع الهرم؟

## السؤال السابع



في أحد الأيام بدأ أحد الأشخاص تسلق جبل عند الفجر. وصل إلى القمة عند الغروب وبقي هناك عدة أيام. ثم في صباح يوم ما عند الفجر، نزل ووصل إلى سفح الجبل في المساء، عند الغروب. من دون تقديم نظرية حول الوقفات التي قام بها ولا بالنسبة إلى سرعته في المشي، بين أن هذا الشخص مر حتماً في مكان ما على الطريق وجد نفسه فيه في الساعة نفسها أثناء الصعود وأثناء النزول.

## السؤال الثامن

معك الأدوات التالية. كيف تثبت الشمعة على الحائط؟

ILLUSTRA TIONS: AURÉLIE BORDENAVE POUR SVJ

انتهيت؟ انتقل إلى الصفحة (٧٥) لتقييم نتيجتك.



# خمس نصائح لتعزيز طرح الأفكار

## لا تستسلم لندرة الأفكار!

تركز منذ ساعتين ولا تجد الفكرة الرائعة التي ستسمح لك بالفوز بمسابقة "ابتكر"؟ حسناً خذ وقفة. فالوقفة ستعيد تنشيط مخيلتك. هذا ما أظهره عالم النفس الهولندي أب ديجسكتيرهويس Ap Dijksterhuis. طلب من طلاب أن يخترعوا أسماء جديدة لعجائن غذائية، ولاحظ أن الذين يأخذون وقفة قصيرة "لعبة فيديو" خلال الجلسة، كانوا يتقدمون بأفكار متعددة وأكثر ابتكاراً من زملائهم الذين تابعوا التركيز في حيرة من أمرهم. يقضي التفسير بأنه خلال الوقفة، يستمر لاوعينا بالعمل بهدوء على حل المشكلة، ويمزج بطريقة غير محتملة أحياناً معارف وذكريات مدفونة، مما يساهم بطرح أفكار مبتكرة أكثر. الوقفات الأكثر فائدة؟ أخذ دش، القيام بجولة في الحي، لعب كرة القدم... باختصار كل النشاطات التي تبقي الدماغ في حالة من الراحة. انتبه، هذه الطريقة فعالة فقط إن عملت بجهد على الموضوع من قبل!



## مضاعفة الأدمغة لمضاعفة

نظرياً، كلما زاد عددنا، ننتج أفكاراً مبتكرة. لكن عملياً، كلما زاد عددنا، صعب الاتفاق إلى حد أننا ننتهي غالباً برفض أكثر فكرة تم الاتفاق عليها أو القبول بها. ما هي وصفة طرح الأفكار الناجحة؟ بحسب جوليان نيلسون Julien Nelson عالم نفسي فرنسي يدرس آليات الابتكار الجماعي، تكمن تلك الوصفة في فصل إنتاج أفكار عن التعليق عليها. يقضي المبدأ بإطلاق أكبر عدد ممكن من الأفكار حتى الأفكار الأكثر غرابة وحث الجميع على التكلم. ولتكون الفكرة أكثر مرحاً يمكن أن نطلق تحدياً (طرح ٥٠ فكرة خلال ٣٠ دقيقة) أو كما يحصل في الإعلانات، نرمي كرة: من يلتقطها يقترح فكرة وفقاً لفكرة من سبقه. ويقول جوليان نيلسون Julien Nelson عندما نطبق تلك التقنية في المختبر يبدأ المشاركون بطرح أفكار كلاسيكية نسبياً. في حال طلب تخيل سكين سويسرية

## زيّنوا غرفتكم باللون الأزرق

تبدو مزحة لكن الفكرة جديّة! هذا ما يقوله على كل حال باحثون في جامعة كولمبيا البريطانية Colombie-Britannique (كندا Canada). أخضعوا ٦٠٠ طالب لمجموعة كاملة من اختبارات الابتكار عُرضت على حاسوب شاشته زرقاء، حمراء أو لا لون لها. النتيجة: توصل الطلبة الخاضعون للتجربة في الشاشة الزرقاء حلولاً مبتكرة مرتين أكثر من العاملين في اللون الأحمر. بحسب الباحثين ربما لأن اللون الأزرق يذكر بالسماء والمحيط والعطلات ويحدث بالتالي نوعاً من استرخاء عقلي يحفزنا على الحلم ويعزز على ترابط الأفكار "الأبعد". حسناً، إن الشرح مقنع نسبياً... لكن لا خسارة أن نعلق ستائر زرقاء في غرفتنا!

## اضحكوا!

قبل أن تبدأوا العمل على ابتكاركم الجديد، اطلعوا على العدد الأخير من أستيريكس Astérix أو على مشهد من مشاهد فنانكم الهزلي المفضل. أظهرت تجارب مختلفة في الواقع أن مشاهدة فيلم هزلي أو الاستماع إلى موسيقى فرحة يحسن لاحقاً أداء الطلاب في الامتحانات التي تتطلب منهم تخيل استعمالات مختلفة لغرض ما. ينعكس هذا التأثير "البهجة" خاصة على عدد الأفكار التي تندفع في الدماغ. لكن ليس على نوعيتها! في الواقع، عندما نكون مرحين، نميل أكثر إلى الانتقال بسرعة من فكرة إلى أخرى. وفي اختبار آخر، يتطلب القيام بفن إنشاء صورة مجمّعة من أشكال قصت في قطع مقواه وملونة. ظهر أن الأشخاص الأكثر "حزنا" هم الذين ابتكروا اللوحات الأكثر تميزاً. وهذا يعود بالطبع إلى أن الحزن يحفز التركيز على الموضوع وعلى المحافظة على التفاصيل لتحسين العمل الفني وصقله. لذلك، البهجة أو الحزن، أي مزاج يساهم أكثر في حسكم الابتكاري؟ يستحيل الفصل: الأفضل بالتأكيد هو التردد بين الحالتين هاتين. بتبديل الموسيقى الخلفية مثلاً؟.

## الاكتشافــات

جديدة، يتكلمون عن شـفرات جديدة وعن منشار... لكن فجأة، يقف أحد المشتركين عند كلمة "منشار" ويشير مثلاً إلى المنشار الكهربائي المدمج. هذا ليس ممكناً بالضـرورة، لكن مـن خلال تداعي الأفكار، غيرهـم سـيبدأون بالارتجال حـول التغذيـة الكهربائية ونصل إلى مبادئ جديدة: سكين تسمح بإعادة شحن الهاتف وفي الوقت نفســه تعمـل كمحطة لخدمة الواي فاي وما شـابه. عندما تنضب المخيلة، يطلق أحدهم فكرة غريبة: سـكين للكشف عن الفطر مثلاً. وستتركز الفكرة عند ذلك على خيارات مفيدة للمتنزهين في الطبيعة (السكين السويسـرية التي تسـتعمل عند المحن، للكشـف عن ينابيع الماء والتي تحتوي على خريطة ميشلان Michelin...). بالطبع بين تلك الأفكار، ينتهي ثلاث أرباع منها في سـلة المهملات. لكن من بينها، ستبرز على الأرجح أربعة أو خمسة أفكار مبتكرة للغاية وقابلة للتنفيذ.

## فكروا بالمقلوب!

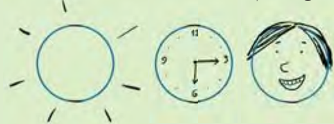
للتدريـب علـى الابتـكارات كل شـيء مقبول حتى لـو كانت وجبـة خفيفة! في العـام ٢٠١٢، طلبت الباحثة الهولندية سـيمون ريتر Simone Ritter مـن طلابها تحضـير سندويشـات زبدة وشـوكولا... بالمقلـوب. أي يضـعون مكعبـات الشـوكولا في الصحن ويغطونها بالزبدة ثم بالخبز بطريقــة يجبرون فيهـا فكرهم على تغيـير طريقة عملـه! وفي الواقع، بعد قلب بسـيط لترتيب الأمور، حصـل الطلاب علـى نتائج أفضـل في تمرين على الابتكار من زملائهم الذين صـنعوا السندويش بالطريقــة "التقليديــة". لمـاذا؟ لأن طريقــة التفكـير "بالمقلـوب" تنبه دماغنـا وتدفعه إلى العمل بطريقة غير عادية، واستكشـاف احتمالات جديدة. فكروا إذاً في الابتكار يومياً، اسلكوا طرقات مختلفة للذهاب إلى المدرسـة، تمرنوا بالمشـي إلى الوراء، وتذوقوا أطباقاً جديدة...

## قيم نتيجتك

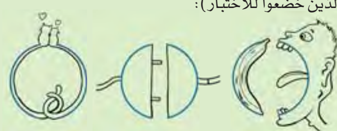
### • الحلول

١-احسب ٠,٢٥ علامة لكل رسم.

لتقييم ابتكار ما توصلت إليه، أخضـع أكبر عدد ممكن من الأشـخاص من حولـك لهذا الاختبار، سـتلاحظ أن قسـماً كبـيراً من أفـكارك العبقرية قد وجدها الآخـرون... أوردنا أدنـاه بعض الأمثلة لرسـوم تافهة (نفذها أكثر من شـخص على خمسـة خـلال اختبـار على ألف فرنسـي من الشـباب يتراوح عمرهم بين ١٤ و١٦ سنة):



ورسـوم مبتكـرة للغاية (اقترحهـا أقل من ٢٪ من الشـباب الذين خضعوا للاختبار):



٢-احسـب ٠,٢٥ علامـة لـكل جـواب. انتبـه، إن الأجوبـة المسـتحيلة مثلاً اسـتعمال الطوبة لتحريك القهوة لا تحسب. من بين الاقتراحات المبتكرة: قد تفيد الطوبة كمسـند للكوع أو كنعل حذاء متصل بالساق. هل ساورتكم تلك الفكرة؟

٣-ردة الفعل الأولى محاولة تنفيذ هذه الأشـكال بصـورة مسـطحة علـى طاولـة. لكن هذا مسـتحيل! الحل الوحيد يقضـي في بناء هرم (مثل التالي). (علامتان)

٤-نـورة وسـارة ينتميـان إذاً إلى عائلـة من توأم ثلاثي (أو رباعي أو خماسـي أو ما شـابه). (علامتان)

٥-قص شـكلين حلزونين مركزين في مربع من الورق كما هو ظاهر في الصورة التالية. ابسطهما: تحصل على دائرة تمرر فيها رأسك. (علامتان)



٦-انتبه، في المسـألة فخ. لا تقضـي الفكرة باستعادة الورقة النقدية بل بإزالتها. ما هو الحل؟ حرقها!. (٣ علامات)

٧-لحل هذه المسألة، لا حاجة لعلماء حساب. يكفي أن نتخيل أن هناك شخصين وهما يتنقلان على الجبل (أحدهما يطلع والآخر ينزل) في اليوم نفسـه. بالتالي، عند الفجر، يصحو الشخصـان، أحدهما عند القمة والثاني عند سـفح الجبل. يسـيران طـوال الوقت في الممر، إلى أن يصـل كل منهما إلى آخـر الممر عند المغيب. من الضـرورة أن يلتقي الشخصـان في نقطة ما خلال مسـيرتهما، مما يعني أنه في مكان معين، سـيتواجدان فعـلاً في مـكان واحد في السـاعة نفسـها... لا نعـرف بالطبع أيـن يقع ذلك المـكان. لكن فكـرة إظهار أنه موجود تحل اللغز. (٣ علامات).

٨-نفـرغ العلبـة، نعلقهـا علـى الجدار بواسـطة مسـامير. نذيـب قليلاً من طرف الشـمعة ثم نلصـقها في قعـر العلبة. (علامتان)

### • احسبوا!

» أكثر من ١٥ علامة:

أهنئك، أنت عبقري بالنسبة إلى الابتكار

» بين ٨ و ١٤ علامة:

أخطـأت في الألغـاز لكنك وجدت الكثـير من الأجوبة على الأسـئلة ١ و٢؟ هذا أساسي! مخيلتك جيدة، تابع تحفيزها.

» بين ٠ و ٧ علامات:

القليل من الكسـل؟ لا تقلق، الابتـكار ليس فطرياً، بل يمكن التمرن عليه. مثلاً، بتبني نصائحنا.

ILLUSTRA TIONS: AURÉLIE BORDENAVE POUR SVJ

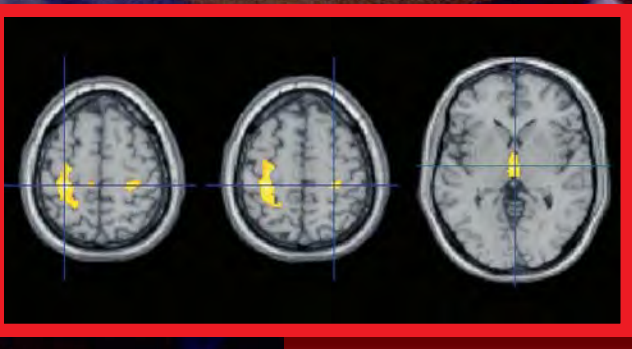
(1) STIMULEZ VOTRE CRÉATIVITÉ!, Science & Vie Junior 280, pp 76-79
(2) CARINE PEYRIÈRES. (3) PHOTOS ROMAN JEHANNO POUR SVJ




# تلك هي أضرار تدخين الحشيش التي لا مَرَدّ لها [١]

مع أن الشباب هم أكثر من يدخنون الحشيش، فقد أظهرت دراسات أنه يؤثر على نضج الدماغ بحيث يؤدي إلى اضطرابات عقلية تظهر بعد عشر أو عشرين سنة! مما يضع حداً لفكرة المخدرات «اللطيفة»... تحقيق.

بقلم: إلسا عبدون [٢]



> تظهر اختلافات مهمة في كثافة المادة الرمادية في التصوير بالرنين المغنطيسي (MRI) (هنا في المناطق الملونة بالأصفر)، بين دماغ الناضجين من الشباب الذين يدخنون كميات كبيرة من الحشيش ودماغ غير المدخنين.

SOURCE: DRUG AND ALCOHOL DEPENDENCE 77, 2005


J.A.MATOCHIK ET AL. - M.PETERSON/RÉA

# يؤدي التدخين في عمر المراهقة إلى ثلاثة أنواع من الاضطرابات العقلية في سن البلوغ

تحذر الدراسات بشكلٍ كبير من الأخطار البيولوجية العصبية التي تظهر غالباً بعد سنوات عدة، بسبب تعرض دماغ المراهقين الحساس لآثار تدخين الحشيش.



## الفصام

يواجه الشباب الذين دخنوا الحشيش بين سن الـ ١٤ والـ ٢٤ بانتظام لمدة تزيد عن ثلاث سنوات خطر الإصابة بعوارض نفسية بعد عشر سنوات بنسبة تصل إلى الضعف مقارنة بغيرهم من غير المدخنين للحشيش.



SOURCE : BMJ, 2011

## الانهيار العصبي

مهما كانت السنة العمرية التي بدأوا فيها تدخين الحشيش، فإن الشباب الصغار في السن يواجهون خطراً مضاعفاً بالإصابة بانهيار عصبي في سن البلوغ. وفي حال بدأوا التدخين قبل الـ ١٥، يزداد هذا الخطر إلى الضعف.



SOURCE: J. AFFECTIVE DISORDERS, 2012

مع أن تأثيرات تدخين الحشيش الفورية معروفة جيداً: نعاس خفيف قد يصل إلى سبات، رغبة في الضحك من دون مبرر، انخفاض في التركيز (نلاحظه خاصة أثناء القيادة)، وفقدان مسهب للذاكرة... لكننا نتصور أنه خلال ساعات قليلة، تتلاشى تلك التأثيرات وفي حال الامتناع عن معاودة التدخين، لا يجد الجسم صعوبة في التخلص من تلك المخدرات التي تعتبر "لطيفة". في الواقع لا! هذا ما يقوله اليوم عدد متزايد من المتخصصين بالأعصاب؛ فيحذرون: تتراكم الإثباتات حول أخطار تدخين الحشيش المنتظم على المدى البعيد. لأنه بعد سنوات من التوقف عن الاستهلاك، تبقى الآثار في الدماغ، ويزداد مدى الأضرار كلما كان المدخن أصغر سناً. في الواقع، يضر تدخين الحشيش بشكل كبير نمو الوصلات العصبية الذي يحصل في سن المراهقة إلى حد زيادة الاضطرابات العقلية في سن البلوغ من انهيارات عصبية وفصام والحد من القدرات الفكرية. لكن عندما نطّلع عن كثب على عمر مدخني الحشيش في أوروبا وفي فرنسا بالتحديد، نلاحظ أن المراهقين أصبحوا أكبر المستهلكين (يرجى الاطلاع على الإطار " الأمر يعني الفرنسيين على وجه التحديد" في ص٧٩).

يدخن الحشيش شاب واحد من عشرة في سن الـ ١٧ مرة في الشهر على الأقل، وواحد من خمسة عشر أكثر من عشر مرات! الدماغ الأكثر ضعفاً هو أيضاً الأكثر عرضة.

إلا أن تلك النبتة تستخدم في التدخين من


دانييلا بارولارو
Daniela Parolaro
عالمة في الأدوية في جامعة إنسوبري (Insubrie) إيطاليا (Italy)


**تظهر نماذجنا أن تدخين الحشيش يضر بشكل كبير بنمو الوصلات العصبية الذي يحصل في سن المراهقة**

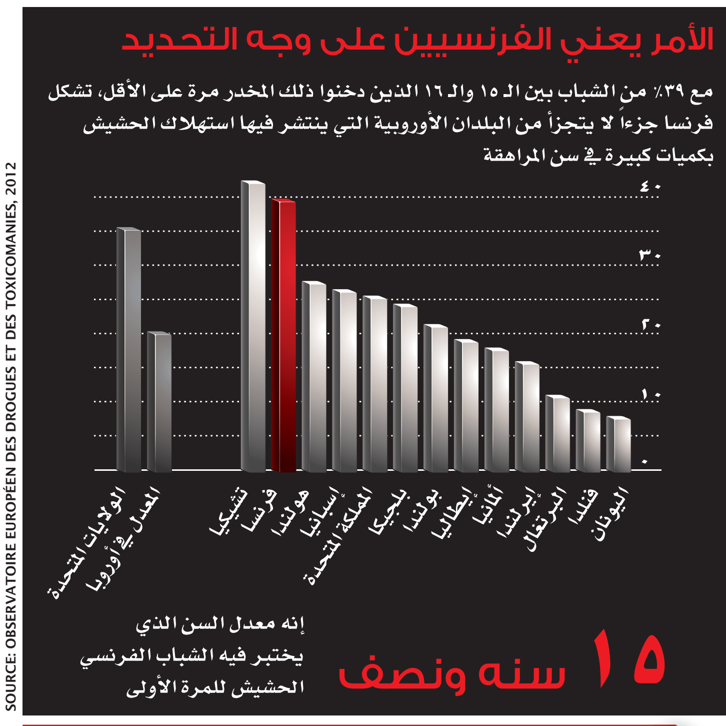


أجـل خصائصها المريحة والبهيجة، ما زالت تتميز بصيت المخدر اللطيف. إنها أقل إدماناً مـن التبغ وأقل سمية مـن الكحول، وهي غير مجرَّمـة في بعض البلدان وحتـى تسلم وفقاً لوصفة طبية. تشير ميشيل دوميير Anne-Michelle Demierre رئيسـة رابطـة والـدي الشبـاب مدخنـي الحشيش، إلى أن تدخين الحشيش هو السبب الرئيس للفشل الدراسي والانطواء على الذات.

## المزيد من الإثباتات

إن كانـت تلـك المخـاوف مشروعـة إلا أنهـا تستخف كثيراً بمـدى المشكلـة، لأنها لا تأخـذ بعـين الاعتبار الملاحظـات التي وردت في السنـوات الأخـيرة، لأنهـا المـرة الأولى التـي يبرز فيهـا الـدور الفعـال للحشيش في ظهـور الاضطرابـات العقليـة بهـذه القـوة. تتزايد الدراسـات خاصة حول علاقة تدخين الحشيـش بالفصـام، ويصيـب هـذا المرض الذهـانـي الـذي يتميـز باختـلال في الأفكار والتصرفـات إلى جانب الهلوسـة ١٪ تقريباً مـن السـكان. كمـا بالنسبـة إلى الكثير من الأمراض النفسيـة، يبقـى سببـه غامضـاً

FOTOLIA - S.DE LUIGI/VII - D.KARMANN/AFP - M.KONTENTE







لكننـا نقـدِّر أنـه متعـدد العوامل: قـد تكون أسبابه وراثيـة وفي الوقت نفسه بيئية (ماض عائلي...)

ابتـداءً مـن الثمانينيّـات الميلاديـة مـن القـرن الماضـي، تم التعـرف إلى تدخـين الحشيش كعامـل خطر محتمل، إلا أن العقود مـرت مـن دون إثبـات الرابط الجـذري بين السبـب والنتيجة أي بين النبتـة والمرض. مع أن دراسـات أحصت عـدداً أكبر من المرضى بـين جماعـات المدخنـين. لكـن الباحثـين يستخلصـون نتيجتـين: إمـا أن الحشيـش يساهم في ظهـور المرض وإما أن ضحايا تلك الاضطرابات يكثرون من تدخينه.

يؤكـد جـان فيليـب غيغـان Jean-Philippe Guéguen وهـو طبيـب أمراض عقليـة للمراهقـين والبالغـين مـن الشبـاب في مستشفـى سيمـون فيـل (Simone Veil) (أوبـون Eaubonne) فـي فرنسـا قائـلاً: "الكثـير من الشباب يخفـون تضررهم من تدخـين الحشيش". وبمـا أن التجـارب عند الحيـوان تعطي القليل مـن المعلومات الموثوق بها بالنسبـة إلى تطور الاضطرابات النفسية المتعلقة بالبشر... فإنه يعمل عامةً بالفرضية الثانية التي أصبحت أكثر قبولا، وهي أن ←

←الإستهلاك ينظر إليه كنتيجة للمرض.

وإن انعكست النزعة اليوم، فهذا لأن الكثير من الدراسات اهتمت أخيراً بحالة المراهقين قبل أن يبدأوا تدخين الحشيش؛ فتأكدوا خلال مقابلات نفسية، أن المراهقين الشباب المراقبين لا يُظهروا أي إشارة على أي مرض نفسي قبل أن يشرعوا في التدخين.

## حتى مضاعفة خطر الذهان

بعد أن تحررت من عدة أسباب مثل العامل الاجتماعي والاقتصادي، أظهرت دراسة أجريت في العام ٢٠١١ وقامت بها جامعة ماسترخت (Maastricht) هولندا (Netherlands) خطراً مضاعفاً في معدل الإصابة بالذهان عند الشباب الذين دخنوا الحشيش خمس مرات على الأقل خلال السنوات الأخيرة، وتم اكتشاف هذه النزعة في العام ٢٠١٠، في دراسة أجرتها جامعة كوينزلاند (Queensland) أستراليا (Australia) اقتصرت على الأشقاء والشقيقات، للحد من السبب المرتبط بالقابلية الوراثية. تم التثبّت من ملاحظة أخرى أساسية من خلال تلك الدراسة: كلما بدأ التدخين في سن مبكر، ارتفع خطر الإصابة بالفصام. في العام ٢٠٠٨، اقترحت دراسة أجراها معهد ج.ج.ز أيندهوفن GGZ Eindhoven للصحة العقلية في هولندا أنه في حال التخلي عن تدخين الحشيش في سن البلوغ، يبقى الخطر مماثلاً.

إلا أن دراسات أخرى لم تظهر الصلة الإحصائية بين تدخين الحشيش في سن المراهقة وبين تطور الفصام بعد بضع سنوات، لكن بعد الأخذ بالاعتبار مجموع المقالات العلمية التي نشرت حتى العام ٢٠٠٧، قدر الباحثون في جامعتي بريستول (Bristol) وكامبريدج (Cambridge) في بريطانيا أن المراهقين الذين يدخنون الحشيش بانتظام يزداد الخطر عندهم بنسبة ٤٠٪ على الأقل، وتكون الزيادة أكبر عند الأشخاص الذين يظهرون قابلية وراثية أو اجتماعية لتطور ذلك المرض.

## نتائج متفاوتة في وجه التأثيرات

إن الفصام ليس المرض الوحيد ضمن قائمة الأمراض المستهدفة من طرف الباحثين. فالإنهيار العصبي يقلقهم كذلك. حتى لو كانت المعطيات العلمية أقل جزماً بالنسبة إلى هذا المرض الذي يصيب ٣٪ تقريباً من سكان العالم. في العام ٢٠١٢، مثلاً، أظهرت دراسة نشرتها جامعة ولاية ميتشيغن (Michigan) (الولايات المتحدة

# مخدر يؤثر على الوصلات العصبية في طور النمو

### ١– فيما ينمو الدماغ المراهق...

**في سن المراهقة، يكون الدماغ في حالة من النضج: تُزال الكثير من الوصلات العصبية، وتعزز غيرها. إذاً انتظام عمل الخلايا العصبية في تلك الفترة ضروري جداً.**



## خطر متزايد لسرطان الخصية؟

**لم يعد تدخين الحشيش يظهر أي خصائص من خصائص المخدر اللطيف على الإطلاق... في شهر نوفمبر ٢٠١٢م، كشف تدخين الحشيش على ضرر آخر من أضراره: يضاعف استعماله المنتظم من خطر سرطان الخصية، حتى لو كان سرطان الخصية نادراً للغاية (١٪ من السرطانات)، إنه السرطان الأول الذي يصيب الرجال دون الـ ٤٥ من العمر. في العام ٢٠٠٩ ثم في العام ٢٠١١، اقترحت دراستان فرضية عن الصلة بين تدخين الحشيش وذلك الورم. عرفنا اليوم أن هذا يمر بخلل في النظام الأندوكانابينويد المعني بتغيير الهرمونات الجنسية. وهنا أيضاً، يكون سن البلوغ هو الأضعف... أظهرت إحدى الدراسات الثلاث عن الموضوع أنه كلما بدأ تدخين الحشيش في عمر مبكر، ازداد خطر الإصابة بالسرطان.**

## ٢– ... يخل التيتراهيدروكانابينول باستقبال الأندوكانابينويد...

تُرسل النواقل العصبية (هنا، تنبيهات) من خلية عصبية إلى أخرى وتضبط الأندوكانابينويد كمية وشدة الرسائل عند استقبالها. ولكن عندما توقف التيتراهيدروكانابينول وهي مادة الحشيش الناشطة عمل مستقبلات التنبيه، فإنها تحدث خللاً في نظام الضبط هذا.



تنبه النواقل العصبية الخلية العصبية التي تؤدي بدورها إلى تحرير الأندوكانابينويد.

## ٣– ... وقد يتسبب بموت الخلية العصبية

تموت الخلية العصبية عندما يتم تنبيهها بقوة. في حالة أخرى عندما يحصل نقل قوي للنواقل العصبية المثبطة، لا تموت الخلية العصبية لكن الوصلة المتوقفة عن العمل تواجه خطر الإزالة.

الأميركية) زيادة خطر الانهيار العصبي عند مدخني الحشيش بنسبة تتراوح بين ٦٠ و٩٠٪. فيما لم تظهر دراسة أخرى أجراها معهد كارولينسكا (Karolinska) في ستوكهولم (Stockholm) (السويد) أي خطر محدد.

كيف نفسر نتائج متناقضة إلى هذا الحد؟ بالنسبة إلى تيزيانا روبينو Tiziana Rubino باحثة في علم الأدوية في جامعة إينسوبري (Insubrie) إيطاليا (Italy)، يعود ذلك التباين إلى أن الدراسات لا تجرى دائماً على نفس الأنواع من المدخنين. فتقول: "يجب علينا أن نركز على المدخنين الشرهين الذين يستهلكون عدداً كبيراً من السجائر في اليوم، فهم الوحيدون على الأرجح الذين يواجهون خطراً". لكن حتى إن استهلك شخصان الكمية نفسها فهم لن يعانيا بالضرورة النتائج نفسها. وتكشف الباحثة بالتالي قائلة: "يبدو أن النساء أكثر عرضة للانهيار العصبي نتيجة لتدخين الحشيش بينما الرجال أكثر عرضة للذهان".

ثمة بلاء أكبر ينخر بصمت دماغ العديد ←

S.DESSERT - F.LEEUWENBERG

**ريمون نييسينك**
**Raymond Niesink**
عالم بالسموم العصبية في جامعة أوتريك (Utrecht) هولندا



**عندما ينمو الدماغ بصورة غير طبيعية، من الصعب الرجوع كلياً إلى الوراء**



^ لأن أكثر مدخني الحشيش من المراهقين، فإن الرعاية المبكرة تحد من الأضرار.


تيزيانا روبينو
**Tiziana Rubino**
باحثة في علم الأدوية في جامعة إينسوبري (Insubrie) إيطاليا




## نحن مدعوون إلى التركيز على المدخنين الشرهين لأنهم يواجهون خطراً حقيقياً

← من مدخني الحشيش: التراجع البطيء والثابت لقدراتهم الفكرية. منذ عشر سنوات، سلّطت دراسات عدة الضوء على أداء المدخنين الضعيف في اختبارات مختلفة للذاكرة والمنطق وما شابه، حتى بعد عدة أيام من آخر مرة لتدخين الحشيش.

### رسائل عصبية خارج نطاق السيطرة

لكن العام ٢٠١٢ شهد نقطة تحول في الأبحاث. في الولايات المتحدة الأميركية، كشفت جامعة ديوك (Duke) عن دراسة تستبعد للمرة الأولى أسباباً متعددة. جمع الباحثون –بالتالي– معطيات عن أكثر من ألف نيوزلندي، كانوا تحت المراقبة من تاريخ ولادتهم إلى سن الـ ٣٨. خضعوا لاختبارات نفسية عصبية في سن الـ ١٣ والـ ٣٨، وقيّم تدخينهم للحشيش أو امتناعهم عن تدخينه في سن الـ ١٨ والـ ٢١ والـ ٢٦ والـ ٣٢ والـ ٣٨.

النتائج كانت واضحة: تعرض المدخنون الشرهون الذين تعاطوا الحشيش لعدة سنوات على الأقل بين سن المراهقة وسن البلوغ لانخفاض معدله ٨ نقاط في اختبار الذكاء IQ من قيمة معدلها ١٠٠، فيما ارتفع معدل ذكاء غير المدخنين بنسبة قليلة، خاصة وإن تراجع حاصل الذكاء المرصود عند أشخاص من المستوى العلمي نفسه استمر لأكثر من سنة بعد توقف تعاطي الحشيش وكان تراجعه أهم عند الأشخاص الذين بدأوا تعاطي ذلك المخدر قبل سن الـ ١٨.

فصام وانهيار عصبي وتراجع في اختبار الذكاء: كيف نفسر أن تدخين الحشيش يترك هذا النوع من الأثر على دماغ المراهق حتى بعد سنوات من توقف التعاطي؟ الجواب ليس بيّناً على الإطلاق لأن عناصر الدماغ لا تزال غامضة للغاية. لكن نموذجاً لآلية التأثير تم اقتراحه (راجع الرسوم في ٨٠–٨١). تشرح دانييلا بارولارو Daniela Parolaro وهي عالمة في الأدوية في جامعة إنسوبري (Insubrie) قائلة: "يحدث تدخين الحشيش خللا في نضج الوصلات العصبية الذي يحدث في سن المراهقة".

تتطلب هذه الظاهرة، الضرورية لنمو دماغ الشخص البالغ الذي يعمل بصورة طبيعية، تدخل نوع محدد من النواقل العصبية: الأندوكانابينويد. تعمل هذه النواقل العصبية التي تم اكتشافها في التسعينيات من القرن الماضي على تنظيم شدة الرسائل العصبية المرسلة من خلية عصبية لأخرى وذلك بتثبتها على مستقبلات نوعية تتواجد على سطح بعض أنواع الخلايا العصبية.

إلا أن المادة الفعالة في الحشيش، التيتراهيدروكانابينول، أو THC تشبه كثيراً الأندوكانابينويد. مما يسمح لها بالارتباط بمستقبلاتها بدلاً من الأندوكانابينويد التي تصبح غير قادرة على تنظيم الرسائل العصبية. بالتالي، لم تعد السيطرة ممكنة على تحرير مادة الدوبامين، الناقل العصبي الخاص بالإحساس بالنشوة، فيضفي تدخين الحشيش شعوراً بالراحة. بالتالي فإن الوصلات بين الخلايا العصبية عند المراهق تنمو

## اصطلاح

**يتم استهلاك الحشيش** بطرق متعددة. في فرنسا يدخن أساساً مع تبغ في **سجائر** بشكل راتنج (حشيش، الشيت...) أو أعواد، زهور أو أوراق مجففة (**ماريجوانا، عشب، أعشاب ضارة**...)، تدخن وحدها أيضاً أو تبتلع. يندر استهلاك التدخين في غليون.





S.DE LUIGI/VII - L.MIGDALE/PHOTORESEARCHERS/BSIP

## الكحول: العدو الآخر للدماغ

مخدر آخر يحبذه المراهقون أيضاً: الكحول. في فرنسا، ١٥٪ من الشبان الصغار في الـ ١٧ و٥٪ من الفتيات يستهلكونه بانتظام (١٠ مرات على الأقل في الشهر)، أعلن أكثر من النصف أنهم شربوا أكثر من خمس كؤوس خلال السهرة نفسها خلال الشهر. إن كانت ميزة الكحول المتلفة للجهاز العصبي معروفة عند البالغ، يتابع العلم الكشف عن مدى أضرارها على دماغ المراهقين الحسّاس بصورة خاصة.

في ديسمبر ٢٠١٢م، أضافت دراسة أجرتها جامعتا كولورادو (**Colorado**) وسان دييغو (**San Diego**) (الولايات المتحدة الامريكية) إلى التشويهات التي سبق وعرضت والتي تصيب قرن آمون وقشرة الفص الجبهي والمخيخ، تأثيراً آخر للإستهلاك المفرط للكحول في سن المراهقة وهو التدهور الشامل للألياف العصبية. ما هي نتائج تلك التعديلات الهيكلية؟ انخفاض في القدرة المعرفية خاصة الانتباه، والقدرة الإبصارية والقدرة على التعلم. يشرح ريان فيترينو **Ryan Vetreno** عالم أحياء عصبية في الجامعة الأميركية شابل هيل (**Chapel Hill**) قائلاً: "ثمة حجج تؤيد تحسن تلك القدرات بعد فترة من الامتناع عن الشرب". لسوء الحظ فإن أغلبية شاربي الكحول الذين بدأوا الشرب في سن المراهقة يستمرون بالشرب في سن البلوغ".

بطريقة غير طبيعية مما يولد دماغاً بالغاً يعاني خللاً وظيفياً.

حديثاً، أظهرت بعض الدراسات اختلافات هيكلية بين دماغ المدخنين ودماغ غير المدخنين. كالدراسة التي نشرها في العام ٢٠٠٥ فريق كارين بولا Karen Bolla من جامعة جونز هوبكنز Johns-Hopkins في بالتيمور Baltimore (الولايات المتحدة الأميركية)، وتظهر اختلافات في تكوين المادة البيضاء (ألياف عصبية) والمادة الرمادية (أنوية الخلايا العصبية)، في مناطق مختلفة من قشرة الدماغ وقرن آمون (راجع الصفحة ٧٦).

### لا مجال للشك بعد الآن

بالنسبة إلى عمل دماغ مدخني الحشيش، تمت ملاحظة الكثير من الاختلافات. خاصة "عند قوارض تعرضت للتيتراهيدروكانابينول (THC)، فحصل خلل بين النواقل العصبية الغلوتامات وغاما أمينوبوتيريك أسيد (GABA)، كالخلل الذي نلاحظه عند المصابين بالفصام"، بحسب تيزيانا روبينو Tiziana Rubino. تحاول الباحثة أن تبعث الاطمئنان: "تلك التأثيرات طويلة الأمد، لكنني لا أتصور أنها غير قابلة للانعكاس. بعد التوقف عن الاستهلاك ومع رعاية جيدة، من المتوقع أن تعود لدانة الدماغ حتى في سن البلوغ وتعوض الخلل".

رأي لا يشاطرها إياه ريمون نييسينك Raymond Niesink عالم بالسموم العصبية في جامعة أوتريك (Utrecht) هولندا (Netherlands): "قد تتطور بعض أجزاء الدماغ لتعوض جزئياً فقدان وظائف أجزاء أخرى. لكن حالما ينمو الدماغ بطريقة غير طبيعية، تصبح العودة إلى الوراء غير ممكنة!".

دراسات تتراكم وآليات إحيائية تفهم أكثر وأكثر... منطقياً، يمكننا أن نتوقع خلال السنوات العشر المقبلة موجة لا سابق لها من حالات الفصام عند البالغين من الشباب. حالياً، لا يبدو أن عدد المرضى ارتفع تناسبياً مع ارتفاع عدد المدخنين الصغار الذي تمت ملاحظته في التسعينيات الميلادية من القرن الماضي، لكن هذا يفسره انخفاض عناصر أخرى من خطر الإصابة بالمرض (اجتماعية وبيئية وعقلية...) ومع ذلك يشتد الخناق. وبانتظار أن يقفل باب النقاش، يعرّض الملايين من المراهقين في العالم دماغهم إلى أخطار تدخين الحشيش المحتملة...

(1) LES DÉGÂTS IRRÉVERSIBLES DU CANNABIS, Science & Vie 1145, pp 70-77
(2) Elsa Abdoun

# لماذا نخشى أزمة غذائية جديدة؟[1]

**إنتاج الحبوب في تراجع، والأسعار تتضاعف بصورة جنونية، وكمية المخزون في انخفاض والوقود الحيوي يتنامى: إنها مؤشرات حدوث أزمة كبرى... إليكم التفسير**

أمن الممكن أن تتكرر الثورات على الجوع باستمرار؟ في العام ٢٠٠٨م، تسبب ارتفاع أسعار المواد الغذائية بمشاكل خطيرة في أفريقيا (في السنغال Senagal، وفي ساحل العاج Ivory Coast وفي الكاميرون Cameroun...) في هاييتي (Haiti) وفي إندونيسيا (Indonesia) وفي الفيليبين. (Philippines) إلا أنه بحسب منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة أو (الفاو) (FAO)، نتوقع أن نشهد بوادر أزمة جديدة خطرة في العام ٢٠١٣م، عندما تصل منتجات الحملات الزراعية العالمية للعامين ٢٠١٢-٢٠١٣م إلى صحن المستهلك. وشهد صيف العام ٢٠١٢م انخفاضاً في إنتاج الحبوب بسبب جفاف قاس ضرب الولايات المتحدة الأميركية، وأيضاً بسبب عجز في المياه في أوروبا الشرقية وفي آسيا الوسطى. ابتداءً من يوليو٢٠١٣م، سجلت أسعار الذرة والقمح أرقاماً قياسية في السوق العالمية (+٢٥٪ بالنسبة إلى شهر يونيو)، مقابل ارتفاع قوي في أسعار المواد الغذائية كلها.

شهد العالم هذا الارتفاع الجنوني في أسعار المواد الغذائية في ظل توترات قوية في الأسواق تعود إلى عوامل أساسية. مع النمو السكاني والانتقال إلى تغذية أغنى بالبروتين الحيواني في البلدان السائرة في طريق النمو، يرتفع الاستهلاك أسرع من الإنتاج. يساهم احتكار الأراضي لتنمية الوقود الحيوي في تقليص المخزون العالمي أيضاً. في أسواق تهزها الأزمة، ينعكس وضع المحاصيل وكمية المخزون على الأسعار سريعاً...

حتى لو عوضت محاصيل القمح القياسية في الصين والهند جزءاً من ضعف المحاصيل الأوروبية إلى جانب ارتفاع في إنتاج الأرز العالمي للسنة الثالثة على التوالي، بقيت أسعار المواد الغذائية مرتفعة ومتقلبة في خريف ٢٠١٢م. مما يدعو منظمة الأغذية والزراعة (FAO) للقلق وهي منظمة تجمع ٣٥ بلداً تواجه عجزاً في تأمين حاجاتها الغذائية خاصة في أفريقيا.

في هذا الإطار، قد لا تكفي الشبكات الأمنية التي وضعت منذ العام ٢٠٠٨م للتخفيف من تأثير ارتفاع الأسعار وتحسين التنسيق بين البلدان وزيادة مساعدات البنك الدولي (World Bank) الطارئة، والزيادة في الشفافية في الأسواق الغذائية. والتوقعات على المدى البعيد لا تبدو متفائلة على الإطلاق. خاصة وإنَّ خطر التقلبات المناخية يزداد والأزمة المالية تهدد التضامن. يعتبر الخبراء أن تغييراً في النموذج الزراعي يفرض نفسه. م.م

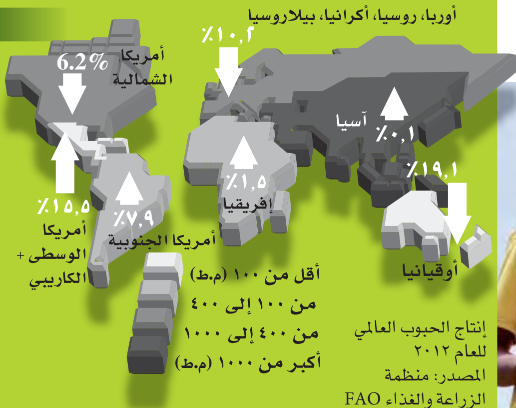
## للاستدلال

انتقلت المساحة الزراعية الشاملة في العالم من ٠،٤٥ هكتار للشخص الواحد في الستينيات الميلادية من القرن الماضي إلى ٠،٢٢ هكتار في العام ٢٠٠٨م. تمثل الحبوب ٥٠٪ من الاستهلاك الحراري البشري. ويعاني ١٤،٩٪ من السكان سوء التغذية المزمن مقابل ٢٣،٢٪ في العام ١٩٩٠م. إلا أن التقدم تراجع كثيراً منذ العام ٢٠٠٧م.

## المفتاح الأول

### تراجع في إنتاج الحبوب...

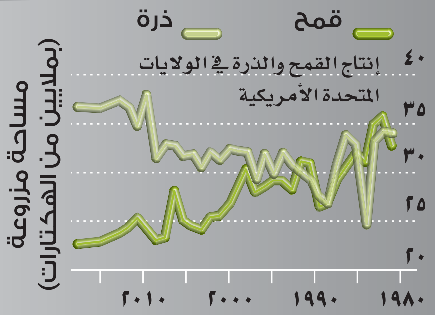
نقدر تراجع الإنتاج الشامل بـ ٢,٦٪ (٩,٤٪ في البلدان المتطورة). ومن المتوقع أن تبلغ محاصيل القمح ٦٦٣ مليون طن (م.ط) مقابل تراجع بلغ ٥,٢٪ بالنسبة إلى العام ٢٠١١م. وتراجعت الحبوب الثانوية (الذرة والشوفان والذرة الرفيعة، والذرة البيضاء...) بنسبة ٢,٣٪.




## المفتاح الثاني

### ... ويتأثر القمح سلبياً بسبب الوقود الحيوي

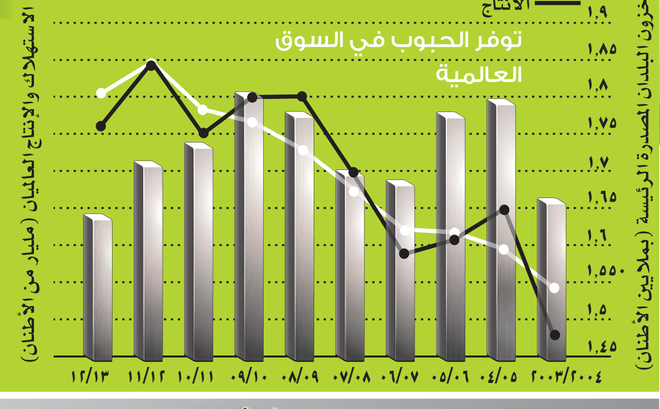
تستعمل الولايات المتحدة الأمريكية، المصدرة الأولى للذرة في العالم ما يقارب من ٤٠٪ من إنتاجها لصناعة الوقود الحيوي. هذه السياسة تدفع المزارعين إلى التركيز على زراعة الذرة على حساب القمح، مما يساهم بانخفاض مخزون الحبوب الغذائية وارتفاع الأسعار.




## المفتاح الثالث

### ينخفض المخزون منذ العام ٢٠٠٩م...

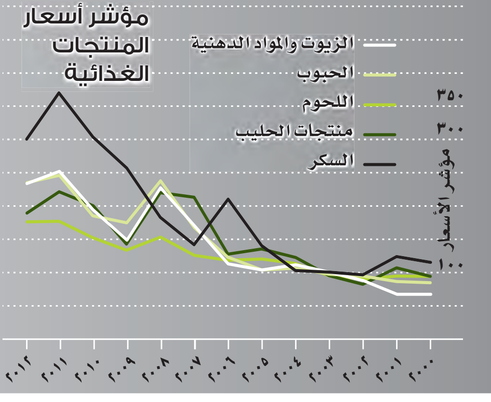
يشهد المخزون المتوفر من الحبوب (باستثناء الأرز) في البلدان الأساسية المصدرة تراجعاً حتى ٩٦ مليون طن. هذا التراجع المستمر منذ العامين ٢٠٠٩-٢٠١٠م يزيد من خطر الأزمة الغذائية. وسيبلغ مخزون الحبوب العالمي بحسب منظمة الأغذية والزراعة (FAO) ٤٩٧ مليون طن في نهاية الحملات الزراعية ٢٠١٢-٢٠١٣م، أي تراجع بـ٢٥ مليون طن مقارنة بالعام المنصرم.




## المفتاح الرابع

### ... فيما أسعار المنتجات الغذائية ترتفع بشكل جنوني

يزداد مؤشر أسعار الحبوب الذي تحسبه منظمة الأغذية والزراعة (FAO) (يحدد بحسب التبادلات الدولية) بنسبة ١٢٪ على مدى عام، سجل المؤشر ارتفاع بنسبة ١٦٪ من أسعار القمح والحبوب الثانوية لكنه يبقى أقل من الذروة التي وصل إليها في العام ٢٠٠٨م. هذا الإتجاه في زيادة الأسعار مس كذلك المنتجات الأساسية الأخرى (لحوم ومنتجات الحليب والزيوت والمواد الدهنية والسكر).




▲ لقد أحصت منظمة الأغذية والزراعة ٣٥ دولة -جلها في إفريقيا- عاجزة هذه السنة عن ضمان احتياجاتها الغذائية.

M.SASSE/LAIF/RÉA - M.KONTENTE

(1) POURQUOI CRAINT-ON UNE NOUVELLE CRISE ALIMENTAIRE, Science & Vie 1145, pp 28-29

# الحشرات، حيوانات حربية[١]

بالنسبة إليها، ليست الأرض سوى ميدان معركة شاسع يصارع فيه كلّ جنس لأجل بقائه. إنّها تُعدّ أفضل التكتيكات وتتزوّد بأكثر الأسلحة فتكاً للدفاع عن أرضها. اتبعوا مجلة العلوم والتقنية للفتيان إلى خنادق هذه الحرب الدائمة والضارية.

بقلم: جيروم بلانشار[٢]

MARC DA CUNHA LOPES POUR SVJ




# الفهرس




# النمل يغزو العالم!

**يخوض النمل حرباً منذ أمد بعيد يقدّره الباحثون بمائة مليون عام ضدّ النمل الأبيض، عدوّه اللدود، وضدّ القبائل المشتقّة منه. إنّها لعبة قتل مخيفة.**

بصمت رهيب تنقضّ المجموعة على المدينة. تبدو التحصينات غير قابلة للخرق باستثناء التماثيل التي تنفصل عن الأعمدة. تهاجم جبابرة المجموعة المخيفة ٤ أو ٥ أضعاف أكثر من المشاة السور لتحدث ثغرة فيه. ينتظرها في الداخل جيش شاحب متربّص في الظلّ. لكنّ النمل الجبار يتراجع مفسحاً المجال أمام دفق جنود أصغر حجماً ينقضّ على النمل المدافع. تتدحرج رؤوس وتتساقط أطراف. يقضى على فصائل كاملة وسط غمامة الحمض. وفي غضون دقائق قليلة فحسب تخرج الحشرات المعتدية منتصرة وحاملة جثث ضحاياها. بصمت دائم تستقلّ طريق مدينتها البعيدة الواقعة على بعد ثلاثين متراً تقريباً. مرة أخرى، نجح نمل فصيلة بونرين (ponérines) باشيكونديلا أناليس (*Pachycondyla analis*) في غارته، فقد غزا للتوّ وكر نمل أبيض.

من السافانا الأفريقية إلى الغابات الفنلنديّة مروراً بحديقتكم، العالم ضحيّة فورة حربيّة مستمرّة منذ زمن سحيق يقدّره الباحثون بمائة مليون سنة. تعيش مجتمعات النمل التي يشكّل قوّة عالم الحشرات الكبرى الحقيقيّة في حال حرب دائمة مستمرّة منذ ظهورها. يرفع أفرادها السلاح وتوضع استراتيجيّات كاستراتيجيّات قيصر أو نابليون تهدف إلى ضمّ أراضي الجيران وسلخها، أو إلى الدفاع عن النفس من باقي أبناء جنسها. حتى البشر يعتبرون مسالمون محبّون أمام ١٢ ألف جنس معروف من النمل. لكن ما سبب ولع هذه الحشرات بالقتال؟

## سباق جنونيّ إلى التسلّح

سيقول لنا، إن استطاع الإجابة، بلا تردّد إن سألناه: "يجب أن نأكل جيداً"، لأنّ النمل يهاجم أوكار النمل الأبيض ليقتات. كما أنّ تزويد مئات الآلاف من أفراد كثيب النمل إضافة إلى الملكة وفقسها بالمؤن يومياً عمل شاق. فبدل صيد آلاف

## الهون

**الاسم:** إسيتون إس بي (*Eciton* *sp*) (نمال فيلقيّة)

**أماكن تواجدها:** أميركا الشمالية

إنّها نمال متنقّلة شديدة التدمير. تشكّل نهاراً عموداً طويلاً يمتدّ على ٢٥ متراً حاصدة كل ما تصادفه في طريقها. حتى الحيوانات التي يبلغ حجمها حجم عنزة يمكن أن تقطّعها المجموعة إرباً بالكامل إن عجزت عن الهرب. أما ليلاً، فتعلق النمال الفيلقيّة إحداها بالأخرى وتشكّل أنبوباً يمكن أن يبلغ طوله المتر. إنّه معسكر فعليّ يأوي الملكة وفقسها.

NIARK 1 POUR SVJ



NIARK 1 POUR SVJ

## النملة الجزّازة

**الاسم:** أودونتوماكوس إس بي (*Odontomachus* *sp*) (نمال ذات فكّ سفليّ شبيه بالفخّ)

**أماكن تواجدها:** أميركا الجنوبية، أفريقيا، آسيا، أوقيانيا.

إنها فخّ ذئاب متنقّل فعليّ. تعتبر هذه النملة صائدة مخيفة. يمكن فكّها أن يفتح ١٨٠ درجة وأن يبقى عالقاً بهذه الوضعيّة بفضل زنّاد داخليّ. حين تلمس الفريسة حسّاساً في الداخل، يقفز الزنّاد وينغلق الفخّ في عشر جزء على ألف من الثانية. حتى لو نجت الفريسة من الصدمة، يستحيل عليها أن تتحرّر. الجدير بالذكر أنّه إزاء الخطر، يمكن الأودونتوماكوس (*Odontomachus*) أن تستخدم فكّها بطريقة أقلّ تقليديّة: يمكنها استعماله كمنجنيق يقذفها بعيداً عن الخطر.

### إضاءة

الفقس هو مجموعة بيض كثيب النمل ويرقاته التي يغذّيها نمل المستعمرة العامل ويرعاها

الحشرات على حدة، من الأسرع الاستيلاء على وكر نمل حافل بالنمال العاملة اللحيمة.

تعرفون البنياتا (piñata)، علب الحلوى المكسيكية المصنوعة من الكرتون والتي يجب تحطيمها بالعصا للحصول على السكاكر التي بداخلها؟ بالنسبة إلى النمال، أوكار النمل الأبيض هي البنياتا المحشوّة بالحلوى والتي استمرّ أسلافها في ضربها منذ عهد الديناصورات. بالمقابل، طوّر النمل الأبيض دفاعات ردّ عليها النمل بتكتيكات اعتداء جديدة وهكذا دواليك، ضمن إطار سباق بطيء إلى التسلّح ما زال مستمراً حتى يومنا هذا. هكذا اختار نمل فصيلة بونرين (ponérines) نملاً عاملاً ضخماً وقوياً لاختراق أسوار النمل الأبيض، فردّ بدوره ←

**نمل فصيلة بونرين (ponérines) يهاجم وكر نمل أبيض، كما شاهده الرسّام ميشال سايمان Michel Saemann.**

**فاز النمل الصغير ألوميروس إس بي (Allomerus sp) في المعركة ويرحل حاملاً غنائمه: جثث عدوّته وفقسها المقطّعة.**

M. MOFFETT/MINDEN/BIOS

## الانتحاريّة

**الاسم:** كامبونوتوس سوندرسي (*Camponotus saunderci*) (النملة النجّارة)

**أماكن تواجدها:** ماليزيا

يحوي بطنها كيسين طويلين كلّ واحد منهما ممتلئ بمادة كيميائية مختلفة. حين تشنّ معركة مع مستعمرة مجاورة وتجد نفسها محاصرة من عدوّتها، تنقبض وتلوي عضلاتها حتى تمزّق غشاء الكيسين. عندما يمتزج محتواهما، يشكّلان خليطاً متفجّراً، فتنفجر النملة وتقتل معها النمال العدوّة القريبة منها كافة.


NIARK 1 POUR SVJ

MICHEL SAEMANN POUR SVJ

← بتطوير مجموعة محاربة للدفاع عن تحصيناته. البعض يطلق صمغاً أو حمضاً والبعض الآخر يتميّز بفكّ سفليّ كبير. لا شكّ أنّ النمل الحمّال جنود النمل الأبيض الأكثر إثارة للإعجاب. فلرأس هذا النمل الدائريّ الضخم والمصفّح بكثافة قطر يوازي بالضبط قطر بعض ممرّات وكر النمل الأبيض الاستراتيجيّة. مثلاً، النفاذ إلى الحجرة التي يختبئ فيها النمل العامل. حين تثبت إحدى النمال الضخمة في مكانها، على النمال العاملة أن تواجه الواحدة تلو الأخرى فكّها السفليّ الضخم. لا حاجة إلى القول إنّ نمالاً كثيرة تستسلم قبل هلاك هذا الوحش.

### لا تستسلم أبداً

إلا حين تكون المعتدية نمالاً من فصيلة بونرين (ponérines). وجدت في الواقع وسيلة سريّة للفوز في المبارزة مهما كلّف الثمن. تمدّ بطنها نحو البوّابة ثم تسحبه برشاقة حين ينغلق فكّها. قبل أن يتاح الوقت الكافي لإعادة فتحه، تلسع المعتدية النملة البيضاء لسعة سامة تقتلها فوراً. عندئذ لا يبقى على النمل إلا سحب الجثة لبلوغ النمل العامل اللذين المختبئ في الخلف. لا تمييز بالنسبة إلى النمل الجائع، فهو يهاجم أيضاً مستعمرات نمال من النوع ذاته لالتهامها. لكن على عكس النمل الأبيض الذي يبقى قابعاً بهدوء في قلعته، يمكن النمل المهاجَم أن يردّ بحيث ينقل المعركة إلى كثيب النمل المعتدية ضمن إطار حرب شاملة لا تنتهي إلا بانقراض أحد المعسكرين. إذا اختلّ توازن القوى المعنيّة، حين تكون إحدى المستعمرات فتيّة جداً، أو حين تعود إلى نوع أقلّ تسلّحاً، تدمّر القوّة الأضعف سريعاً. هكذا، يكون للنمل الناريّ سولينوبسيس إنفيكتا (*Solenopsis invicta*) وهو نوع أميركيّ جنوبيّ عدائيّ جداً مفهوم بسيط جداً عن السياسة الخارجيّة: ما إن يضبط مستعمرة أخرى، يهاجمها. إزاء هذا النمل المحارب العدائيّ والكثير جداً، لا تحظى الأجناس الأخرى بفرص نجاة كثيرة. لكن حين يشمل الهجوم

**قوة كبرى تتألف من ١٢ ألف نوع محارب**

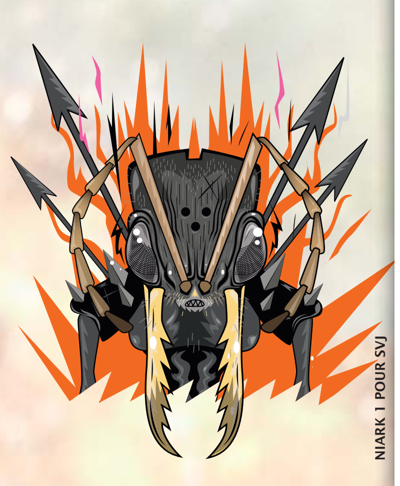


## الجريئة

**الاسم:** ميميسيا بيلوسولا (*Myrmecia pilosula*) (النملة الثور)

**أماكن تواجدها:** تسمانيا في استراليا

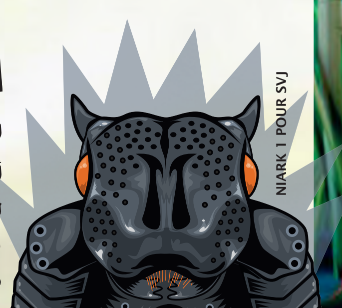
رغم حجمها المتواضع، يبلغ طولها سنتيمتراً واحداً، تعتبر الميرميسيا (*Myrmecia*) آلة قتل مسعورة تعضّ وتلسع. لا تتردّد في مهاجمة فرائس تفوقها حجماً بأربعة أضعاف بواسطة فكّها الضخم. كما تسمّمها بسمّها المخيف. أكثر ما يدهش أنّ هذه النملة البربريّة نباتيّة بالكامل: فالفرائس التي تصطادها مخصّصة لصغارها، اليرقات التوّاقة للّحم الطازج.


NIARK 1 POUR SVJ

## مبارزة نمل العسل

في أريزونا بالولايات المتحدة الامريكية، حين تكتشف مستعمرتا نمل عسل حدوداً مشتركة، لا تعلن الحرب إحداها على الأخرى فوراً. بأيّ حال، بل تنظّمان بدلاً من هذا مبارزات على غرار الفرسان في العصور الوسطى. ترسلان يومياً جزءاً من جيشهما إلى الحدود ويتواجه كل فرد من هذين الوفدين مع فرد آخر بدون تسديد ضربة قاتلة مطلقاً. يبدو أنهما تفعلان هذا لجمال الأمر ليس إلا. لكن فيما تدّعي عدم إخفاء أيّ نيّة، تقدّر هذه النمال الفارسة الشجاعة القوى المتبارزة. كلما كانت مستعمرة مأهولة، زاد عدد النمال الفعّالة العاملة. يشير حجم هذه النمال البطلة إذاً إلى قوّتها. فما إن يقدّر أحد المعسكرين بأنه في موقع القوّة، تتحوّل المبارزة المهذّبة إلى مجزرة. فتبيد النمال الأقوى الخصم وتنهب مخزون غذائه وتستولي على فقسه، فتربّيه لزيادة عديد جيشها.

## المصفّحة




**الاسم:** سيفالوتس إس بي (*Cephalotes sp*) (النملة المرافقة)

**أماكن تواجدها:** أميركا الاستوائيّة (أمريكا الجنوبية)

ليست هذه النملة التي تسكن الأشجار محاربة لكن يجب عدم البحث عنها. تتمتّع المستعمرة كلها بدرع بمنتهى الصلابة مغطّى بالشوك. إضافة إلى هذا، تتمتّع النمال الجنديّة برأس ضخم مزوّد بنوع من التروس يمكنها به أن تدفع الحشرات المعتدية وإسقاطها عن شجرتها. كما تستخدمه كحلّ أخير في إغلاق مدخل العشّ، وهي طريقة تذكّرنا بالنمل الأبيض المحارب.

مستعمرة نمل ناريّ أخرى قوّته موازية، يخوض الجيشان صراعاً دائماً ومناوشات فتّاكة يوماً بعد يوم فتتحوّل حدودهما إلى مقبرة دائمة.

### نمال مغوارة لها مهمّة سريّة

تفوق هذه النمال مكراً النملة الفرنسيّة السارقة الصغيرة ديبلوروبتروم فوغاكس (*Diplorhoptrum fugax*) والتي تشنّ عمليّات مغاوير مخيفة في قلب حصن العدوّ. تحفر هذه الجيوش نفقاً حتى أعماق كثيب النمل المستهدف ثم تندفع بقوّة وتسطو على البيض (الذي تحبه) وتهرب من النفق ذاته، وهو أصغر من أن نستطيع تعقّبها فيه. الدافع الآخر الكامن وراء الحروب النمليّة هو السيطرة على الأراضي. حتى الأنواع النباتيّة مستعدّة للتخلّص من قوّة منافسه لتوسيع أرضها، لأنّ ازدهار كثيب نمل مرهون مباشرة بالمنطقة التي يسيطر عليها. كلّما اتسعت، أمكن النمل العامل أن يجمع طعاماً أكثر بأمان نسبيّ وبهذا يمكن المستعمرة أن تكبر. يتيح لها هذا أن تنتج وتغذّي وتحمي ذكوراً ونمالاً وملكة مستقبليّة تنشئ لاحقاً كثبان نمال جديدة. فتكون النمال المتحدّرة منها أكثر عدداً من كثيب نمال أضعف، مما يضمن استمرار العائلة. باختصار، تعتمد قوانين البقاء على انتهاج سياسة خارجية عدائية. هذا الهوس بالأرض مهمّ إلى حدّ أنه يظهر منذ الأسابيع الأولى لوجود كثيب نمال. ففي صحراء أريزونا (الولايات المتحدة الامريكية) ومع هطول أولى أمطار الصيف، تحفر مئات نمال العسل للملكة (ميرميكوسيستوس ميميكوس) (*Myrmecocystus mimicus*) الحديثة التخصيب ملجأ تحت الأرض تبيض فيه، وتلد بهذا نمالاً عاملة مسؤولة عن مسح الأرض الصحراوية بحثاً عن غذاء مؤلّف أساساً من رحيق الأزهار. لكن تعمل هذه النمال المرشدة أيضاً في مجال التجسّس. إذا ضبطت مستعمرة مبتدئة أخرى، لا تتردّد في مهاجمتها ومحاولة القضاء على ملكتها.

←

## الكيميائية

**الاسم:** فوريليوس بروينوسوس (*Forelius pruinosus*)

**أماكن تواجدها:** صحراء أريزونا (الولايات المتحدة الامريكية)

لا تتردّد هذه النملة الصغيرة (٢ ملم) مع بنات جنسها في محاصرة نمال أكبر منها بعشرة أضعاف. ما هو سرّها؟ الحرب الكيميائية. تتكدّس أمام مداخل كثيب النمل العدوّ وتدفع أي ساكن يحاول الخروج بواسطة إفرازات سامة. ما الجدوى من هذه المناورة؟ من خلال احتجاز المستعمرة، يمكنها سرقة الأطعمة المتوافرة في الأرض المجاورة لها بالكامل.



# [ ثلاث استراتيجيّات بقاء ]

النمـل النـاريّ (سولينوبسيس إنفيكتا *Solenopsis invicta*) نوع عدائيّ أرجنتينيّ الأصل. وصل إلى الولايات المتحدة الامريكية قرابة العام ١٩٣٩ إلى مرفأ موبايل في ألاباما كمسافرين غير شرعيين (راجع الرسم المحاذي) واجتاح بعد سبعين سنة جنوب البلاد بكامله. تعرّضت النمال المحليّة التي شاء حظّها العاثر أن تتواجد قرب إحدى مستعمراته للإبادة والالتهام. كلها؟ لا. ففي أعماق فلوريدا، ما زال نوع صامداً إلى اليوم. هذا النوع المسمّى فييدول دنتاتا (*Pheidole Dentata*) أكثر ضآلة ويشكّل مستعمرات أقلّ عدداً لكنّه يزدهر رغم وجود النمال الغازية. كيف ينجو من هذه الهجمات؟ بفضل فنّ عسكريّ متطوّر يبرز من خلال ٣ تكتيكات شديدة التعقيد.

الولايات المتحدة الأمريكية
2006
1939
متحرك

ILLUSTRATIONS NIARK POUR SVJ

## [١] قتل النملة المرشدة

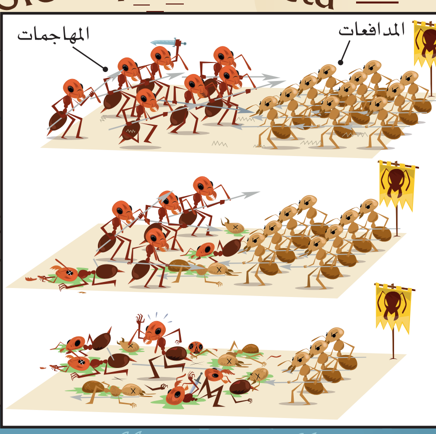
حين تقع نملة نارية على نملة مرشدة حول كثيب نمال فييدول (*Pheidole*)، ينبّه النمل العامل في هذه المستعمرة نمالها الجنديّة. والجدير بالذكر أنّ هذه النمال أكبر بكثير من النمال العاملة ومسلّحة بفكّ حادّ. تبقى مختبئة في معظم الأوقات في كثيب النمال لكن ما إن تعود نملة عاملة من الخارج وهي تحمل رائحة العدوّ، تنقضّ عليها وتتبّع المسار الذي تفوح منه الرائحة. ما إن تصبح في مواجهة الجاسوسة، تحاصرها لئلا تهرب وتمزّقها إرباً. وللتأكّد أكثر، تجوب النمال الجنديّة المنطقة من ثم لساعات عدّة بحثاً عن نمال جاسوسة أخرى.




النمل الناري
Solenopsis invicta

## [٢] معركة في صفوف منتظمة وانسحاب تكتيكيّ

حين يقع جيش من النمال على نمال فييدول (*Pheidole*)، تسارع جنديّات المستعمرة كلها (أي ١٠٪ من مجمل عدد نملها) إلى الخارج وتشكّل ستاراً دفاعياً لقطع الطريق على المهاجمات. تغطّى ساحة القتال سريعاً بالجثث العائدة للمعسكرين. مع تضاؤل عددها، تتراجع نمال فييدول (*Pheidole*) الجنديّة لكن بنظام دائم. ترصّ صفوفها وتستمرّ في مواجهة المعتدية مقطّعة إياها بأفكاكها الحادة إلى أن ينتهي المطاف بانسحاب النمال المعتدية.



## [٣] الفرار المنظّم

إن تعرّض كثيبها لهجوم رغم كلّ شيء، ينتهي المطاف بإنقاذ نمل فيدول (*Pheidole*) العامل ولو ببيضة أو يرقة قبل محاولة الخروج. تهرب عندئذ بعيداً عن ساحة المعركة فيما تحارب النمال الجنديّة حتى الموت. ما إن تنهب النمال النارية المستعمرة، تعود نمال فيدول (*Pheidole*) الهاربة. بفضل الفقس الذي تمّ إنقاذه، يربّى جيل جديد من النمال الجنديّة بانتظار أن تفقس ملكة جديدة وبهذا تتمكّن مستعمرة نمال فيدول (*Pheidole*) من الصمود.

جندية مدافعة
المهاجمات
عاملات تفر

ILLUSTRATIONS NIARK 1 POUR SVJ

← هذا ليس مخيفاً وإنما فعّال إلى حد مريب. تستولي بهذا على فقس النمال الخاسرة الذي يثري الجيل التالي من نمال مستعمرتها الخاصة العاملة. يمكن حتى جزء من النمال الراشدة المهزومة أن ينضوي تحت راية الرابحين. يمنح هذا النجاح الأول المستعمرة تفوّقاً من حيث العدد على نمالها الخصمة التي لم تشنّ غارة بعد. هكذا تتراكم الانتصارات والهزائم ضمن منافسة حامية أكثر من كأس كرة القدم الفرنسية، إلى أن يتواجد كامل فقس قطاع في كثيب واحد خدمةً لملكة واحدة تسيطر على أرض شاسعة واحدة.

**تكتيكات تثير غيرة نابليون البالغة**

### سجينات تصبحن إماء

في النهاية، من بين آلاف النمال المولعة بالقتال هذه، الحرب بالنسبة إلى بعضها هي الشغل الشاغل لها. الأمر بسيط جداً. لا يجيد النمل الاستعبادي فعل أيّ أمر آخر. تمضي نمال هذه الأنواع التي تناهز الخمسين معظم وقتها في التمرّغ في كثيب النمال الذي انتزعته من جنس آخر. كذلك، تسمح لإمائها من النمال بالاغتسال سريعاً أو بالحصول على غذاء ضئيل، وهي نمال من أنواع أخرى تقوم بالعمل كلّه بدلاً منها.

تكتشف متجوّلة من وقت إلى آخر مستعمرة ضحيّة مستقبليّة فتستفيق النمال المفترسة من سباتها. تشكّل عموداً يضمّ ألف نملة معتدية تنقضّ على الخصم. لا تأخذ أيّ احتياطات بل تغرز بفكّها الحادّ النمل كلّه الذي يقف على طريقها وتقتحم كثيب النمال حتى تبلغ الهدف المنشود، وهو مكان وجود الفقس. تحمله الجيوش المنتصرة وتعود به إلى مجموعتها لكن ليس لأكله بل لتعتني به هذه الإماء من النمل جيداً إذ يتاح لها تربية جيل جديد من النمال الخادمة المتفانية. هذا مرعب، أليس كذلك؟

[١]
[٢]
[٣]
Pheidole dentata
كثيب نمال فيدول
Pheidole dentata
كثيب نمال فيدول
Pheidole dentata
كثيب نمال فيدول

# آلات قتل

## أسوأ أفخاخ جيش الحشرات

[جمال مُهلك]



### السُّرعُوف الملتهم

كان حرياً بهذا الجراد المسكين أن يحترس لكنّه معذور، تستحيل تقريباً رؤية السُّرعُوف الملتهم وهو متربّص لا يتحرّك. فعيناه الكبيرتان تشبهان كاميرا مراقبة متطوّرة جداً قادرة على توفير صور ثلاثية الأبعاد لمحيطه وعلى استباق حركة ضحاياه. حين مرّ الجراد بجانبه، مدّ السُّرعُوف الملتهم قوائمه الخاطفة ووضعها تماماً حيث يجب وأغلقها على جسم ضحيّته في غضون أجزاء على مئة من الثانية قبل التهامها حية. يا للفظاعة!

MICHEL RAUCH/BIOS




## يرقة كثيب النمال

لعلّها الحشرة القاتلة الأكثر شراً في عالم الحشرات. جسمها بكامله عبارة عن آلة بناء وتشييد تتيح لها صنع فخّ مرعب. بفضل بطنها، تحفر يرقة كثيب النمال الأرض ثم تحدث حفرة برأسها بشكل مجرفة. تدفن نفسها فيها وتنتظر، وإذا وضعت نملة عاثرة الحظ قائمتها على طرف الفخ، تطلق اليرقة عمليّة تدميرها، إذ ترمي المسكينة بالرمل حتى تجعلها تنزلق على طول المنحدر حتى تبلغ فكّها الشرير الذي ينغلق فجأة على الضحيّة.

## عقرب الماء

إنها مسألة حجم بالنسبة إلينا، أسوأ كابوس يمكن أن نواجهه في النهر هو التمساح. لكن بالنسبة إلى الحشرة المائيّة والضفدع والسمكة الصغيرة، يتمثّل الكابوس بعقرب الماء. لماذا يكتسب هذه السمعة؟ بسبب أسلحته الفتّاكة: قوائمه الأماميّة الطويلة التي يحتجز بها فريسته ولسعته السامة التي تتيح له القضاء على حيوان أكبر منه بكثير.

# [سفّاح النمل]



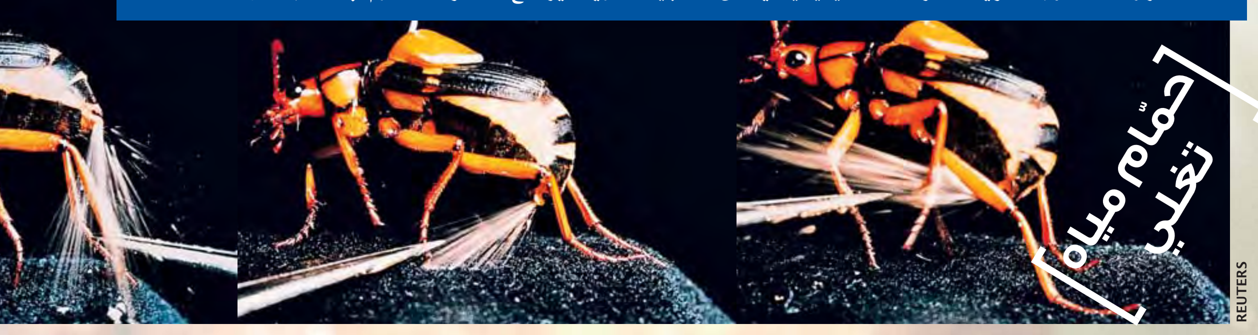
## السفّاح

كان الهنود يعلّقون فروة رأس بحزامهم. أما هذه الحشرة فتكدّس الجثث على ظهرها. تتألّف زينتها المنذرة بالشؤم من بقايا ٢٠ نملة تقريباً نُزع لحمها بواسطة أداة تشمل خنجراً وحقنة وقصبة في آن واحد: خرطوم الرضوفيّة. تستعمله القاتلة أولاً لاختراق درع ضحيّتها ومن ثم حقنها بسمّ يسيّل لها لحمها قبل أن تمتصّ أخيراً هذه العصيدة المغذّية. لكن لماذا لا تتخلّص ببساطة من القشر الفارغة ما إن تشبع؟ إنّه تدبير احترازيّ بسيط. تبدو الرضوفيّة عند تنكّرها بها أكبر حجماً وتخيف بهذا مفترستها الأساسيّة: العناكب القافزة.

NICKY BAY/SPL/BIOS

## قاذفة القنابل

ليست هذه الخنفساء عدائيّة بالتحديد، لكن نظراً لبطئها في الفرار عند وقوع هجوم، فهي مزودة بسلاح من عيار ثقيل: مدفع متعدّد الاتجاهات يمكنه أن يرشّ سائلاً حرارته مئة درجة مئويّة! تخزّن في الواقع في بطنها مكوّنات معمل كيميائيّ حقيقيّ. يضمّ من جهة مزيجاً مؤلّفاً من المياه المشبعة بالأكسجين ومزيج أنزيمات مركّزة من جهة أخرى. في حال التيقّظ، يختلط المزيجان ويولّدان على الفور تفاعلاً كيميائياً يطلق أكسجيناً غازياً. يرتفع الضغط والحرارة ارتفاعاً حاداً إلى أن يشقّ الغاز طريقه إلى الخارج كما ينقذف غطاء زجاجة الشمبانيا. تنبعث إذاً غمامة غالية وأكّالة تقتل فوراً النمل العدائيّ وتخيف الضفادع والطيور. باختصار، تمنحها الوقت اللازم لبسط أجنحتها.



# [حمّام مياه تغلي]

REUTERS

## دبّور ببسيس (*PEPSIS*)

لا تنخدعوا بالمظاهر. يستحيل على العنكبوت الفوز في هذه المبارزة. لا يلقّب هذا الدبّور في أريزونا بالولايات المتحدة الامريكية بصقر العناكب بلا سبب. إنّه عملاق فعليّ في عالم الحشرات. يمكن أن يبلغ طوله ٦ سنتم ونصفاً، أي طول إصبعكم الوسطى تقريباً. تتيح له إبرته الطويلة تسديد ضربات سريعة للعنكبوت لشلّه. ما إن ينتصر، يجرّ ضحيّته التي تبقى حيّة إلى عشّه كي يقتات بها صغاره.

DAVID CRUMMEY



(1) LES INSECTES, BÊTES DE GUERRE, Science & Vie Junior 283, pp 44-55
(2) JÉROME BLANCHART



# القاتل الغريب للدلافين[1]

## تتراكم جيف الحوتيّات المشوهة على سواحل خليج المكسيك. وربما اختلف المذنبون الحقيقيون عمن نشك فيهم... تحقيق

بقلم: رينو بيرسيو[2]

يسود الذعر ساحل الولايات المتحدة الأمريكية الجنوبي الشرقي. منذ يناير ٢٠١٢، تم العثور على سبع جِيَف لدلافين تحمل آثار اعتداء بشري، رمتها الأمواج على شواطئ ألاباما (Alabama) ولويزيانا (Louisiana) وميسيسيبي (Mississippi). ثلاث منها أصيبت برصاصات من عيار ٩ ملم استقرت في جلدها، والجيفة الرابعة قتلتها ضربة مفك براغي على جمجمتها! وظهرت آثار تعذيب على جيف الدلافين الأخرى: إحدى الجيف اقتلعت زعانفها وامتلأ جسدها بجروح غريبة كأن جلدها شطب بواسطة سكين، وجيفة أخرى قطع ذيلها أما الأخيرة فقد اقتلع فكها السفلي ببساطة! من ارتكب تلك الأفعال البربرية؟

القضية خطيرة، إلى درجة أن وحدة خاصة من الشرطة الفيدرالية التابعة للوكالة الأميركية للجو والمحيطات (NOAA) تولت التحقيق فيها. جيف رادونسكي Jeff Radonski العميل المكلف بالتحقيق واثق من اكتشاف الفاعل. يعرف أن التحقيق سيطول لكنه مصمم على العثور على المذنبين. في الولايات المتحدة الأميركية لا تتعامل الشرطة برحمة مع من يسيئ معاملة الحيوانات وخاصة الثدييات البحرية منها. من يجرح عمداً فقمة أو دلفيناً أو حوتاً هو عرضة للسجن من سنة إلى سنتين ولدفع غرامة قد تصل إلى مئة ألف دولار.

STÉPHANE JUNGERS POUR SVJ

# الأدلة




في حزيران/يونيو ٢٠١٢ في خليج برديدو (Perdido)، صور سياح دلفيناً مغروزا في رأسه مفك للبراغي

في تشرين الثاني/ نوفمبر ٢٠١٢، تم العثور على جيفة هذا الدلفين بالقرب من بيلوكسي (Biloxi)، وقد استقرت رصاصة من عيار ٩ملم في جوفه

يبقى أن اقتفاء أثر قاتل يعبث في عرض المحيط ليس بمسألة سهلة! يشير جيف رادونسكي Jeff Radonski قائلاً إلى أنه لا يمكن الاعتماد على شهادات أهالي الضحايا. فضلاً عن أن وقتاً طويلاً يمر عادة بين الجريمة وبين اكتشاف الجيفة. ليس من السهل في ظل تلك الظروف تحديد ظروف مقتل الحيوان وأسبابه.

تتجرف الجِيَف في البحر عشرات الكيلومترات قبل أن يرميها الموج على الشاطئ. وعندما نكتشفها، يكون بعضها قد تعرض للتقطيع من قبل حيوانات أخرى أو تكون في حالة متقدمة من التحلل.

## حوادث أو جرائم سادية؟

يأتي جوهر الأدلة من تشريح الجِيَف. لكن حالياً، بسبب الحفاظ على سير التحقيقات، يرفض جيف رادونسكي Jeff Radonski الكشف عن النتائج الأولى. يصر مع ذلك على تهدئة الأفكار: " تكلمت الصحف مطولاً عن مهووس مفترض مضطرب عقلياً يطلق النار على الدلافين عشوائياً وتصل وحشيته حتى إلى تشويهها وهي حية. لكن في الوكالة الأمريكية للجو والمحيطات (NOAA) لم نفكر قط في تلك النظرية." إذاً لا قاتلاً سادياً. ومن المحتمل أيضاً أن يكون ←




...وإطعامها والهدف من ذلك؟ أن تحافظ على خوفها الفطري من الإنسان

يمنع القانون الأمريكي الاقتراب من الدلافين والسباحة معها لحمايتها...

PHOTOS NOAA FISHERIES

← من بين الجيف التي تم العثور عليها، دلافين قضت بأسباب طبيعية. "لنأخذ حالات التشويه مثلاً، نتوقع أن تثبت التحاليل ما نشك فيه، لكننا نتصور أن معظم الجروح حصلت بعد أن نفقت الحيوانات ولأسباب مختلفة للغاية."

بالتالي، فإن الدلفين الذي تم العثور عليه من دون ذيل نفق على الأرجح خنقاً بعد أن علق في شبكة صيد. وأحياناً في الواقع، لانتشال جيفة حيوان علق عن طريق الخطأ، يضطر الصيادون إلى تقطيعها قبل إعادة رميها في البحر. أما بالنسبة إلى ضحية أخرى تغطيها الجروح الشبيهة بضربات سكين، يبدو أن سمكة قرش قتلتها. في ما يتعلق بالحيوان الذي اقتلع فكه، لم يقتله الإنسان على الأرجح أيضاً. تقول ارين فوجير Erin Fougères وهي محققة عالمة أحياء أخرى تعمل في الوكالة الأمريكية للجو والمحيطات (NOAA) صارخة "أتدركون صعوبة تقطيع حيوان حي يبلغ معدل طوله ٣ أمتار ووزنه ٣٠٠ كلغ؟ هذا التشويه حصل بالضرورة بعد موت الحيوان. لا بد من أن أحد المتنزهين وجد جيفة ذلك الحيوان على الشاطئ ثم أخذ "أسنانه" كذكرى."

## مقابل بعض أسماك الرنكة الإضافية...

بقيت مع ذلك حالات الدلافين الثلاث التي قتلت رمياً بالرصاص إلى جانب الدلفين الذي غرز مفك براغي في جمجمته. لا شك في أن تلك الدلافين قتلها بشر. لكن من؟ ولماذا؟ يعتمد المحقق جيف رادونسكي Jeff Radonski كثيراً على شهادات السكان المحليين: ربما رأى بعضهم ما حصل عن بعد أو سمع أحدهم يفتخر بأنه "قتل دلفيناً". ولديه في الواقع فكرة صغيرة عن الدافع. لأنها ليست المرة الأولى التي يتعامل فيها مع هذا النوع من الحالات.

منذ العام ٢٠١٢، تم العثور على ١٢ جيفة دلفين قتلت رمياً بالرصاص على شواطئ خليج المكسيك. وبالنسبة إلى دلفينين منها، اعتقلت الشرطة المذنبين: صيادون محترفون يطلقون النار على الدلافين بالبندقية لإبعادها عن شباكهم. مرة أخرى، اعتقلت الشرطة كابتن مركب: كان يرمي قنابل من صنع يدوي للتخلص من الدلافين المزعجة لأنها كانت تقترب كثيراً من سنارات صيد الزبائن من السياح الذين ينقلهم إلى عرض البحر!

## في فرنسا أيضاً، نحرص على الدلافين

**إياه من يتجرأ أن يلمس وبرة فقمة أو يجس زعنفة دلفين! في فرنسا كما في الولايات المتحدة الأميركية، يحمي قانون محدد الثدييات البحرية: ممنوع جرحها عمداً والاقتراب منها ولمسها واللحاق بها وإطعامها وإحداث اضطرابات في المواقع التي تجد فيها قوتها والتي تتكاثر فيها وممنوع أيضاً بيع منتجات مصدرها تلك الأجناس. من يخرق ذلك القانون معرض لغرامات مرتفعة نسبياً وقد تصل العقوبة إلى السجن. بالتالي، في العام ٢٠٠١، خسر صياد محترف من سابل دولون رخصة صيد الأسماك وحكم عليه بالسجن مع وقف التنفيذ لحيازة لحم الدلافين. تجنب السجن لأنه قطّع حيوانات نافقة فقط واحتفظ بقطعها. إلى جانب الثديّيات البحرية، وحدها الحيوانات الأليفة وحيوانات حدائق الحيوانات أو الحيوانات البرية المهددة بالانقراض يحميها القانون أيضاً. من يسيء معاملتها قد تلاحقه العدالة أيضاً.**




اعتقل صياد أمريكي لأنه كان يرمي متفجرات لإبعاد الدلافين

تعلق إرين فوجير Erin Fougères قائلة: "هنا في الخليج، يكثر صيادو الأسماك ويوجد حوالى ٣٠ ألف دلفين، مع أنه منذ ١٥ عاماً، كان كل واحد يصطاد في جهته وكانت كل الأمور على ما يرام". إذاً لماذا كل تلك الكراهية؟ تشرح العالمة الأحيائية قائلة: "نتصور أن ذلك يعود إلى تصرف الحوتيات في المنطقة. منذ بضع سنوات، تعتدي تلك الحيوانات عادة على المراكب. يحصل ذلك بالإجمال، عندما يرمي الصيادون الأسماك في البحر من جديد بعد تصنيف ما اصطادوه ليكون طُعماً لصيد جديد. لكن اليوم، تأتي الدلافين وتفتش في الشباك وتأكل الأسماك المعلقة بطرف سنارات الصيد!".

وهذا يزعج الصيادين بالضرورة إلى حد أن بعضهم لا يتردد باستعمال القوة لحماية مصدر رزقه. إنه عنف غير مقبول لكن المذنبين الحقيقيين قد يكونون في مكان آخر. تشرح ارين فوجير Erin Fougères قائلة: "تكمن المشكلة في شكل معين من السياحة الذي تطور خلال السنوات الأخيرة. تقترح الكثير من وكالات السفر رحلات بحرية لرؤية الدلافين إلا أن القانون يمنع منعاً باتاً إطعامها أو السباحة معها أو الاقتراب منها مسافة تقل عن ٥٠ متراً! لكن يرمي لها المتنزهون قوتاً لجذبها ومع الوقت نسيت تلك الحيوانات البحرية خوفها الطبيعي من الإنسان وبدأت تربط بين رؤية مركب وبين الوعود بوجبة لذيذة.

## الموت من فرط الحب...

النتيجة، ازداد عدد الدلافين التي تتجمع حول المراكب: في العام ٢٠٠٠، خلال المراقبة التي تمت في خليج ساراسوتا (Sarasota) في ولاية فلوريدا الامريكية (Florida)، أقل من ١٪ من الدلافين كان يقترب من المراكب، في العام ٢٠١١، بلغ عددها أكثر من ٢٠٪! بعضها يتوسل القوت مطلقاً صرخات قوية، وغيرها اخترع تقنيات لسرقة الأسماك المعلقة على طرف سنارات الصيد. ويبدو أن الدلافين الناضجة تعلّم تلك التصرفات الغريبة لصغارها!

لكن بتصرفها بتلك الطريقة، تعرض الدلافين نفسها للخطر. أولاً لأنها تصاب غالباً بجروح عند اصطدامها بالمراكب، وأيضاً تعلق في الشباك أو تبتلع الخطاطيف. بالتالي في شهر ديسمبر ٢٠١٢، تم العثور في خليج ساراسوتا (Sarasota) على جيفة أنثى، انغرز خطاف في جمجمتها: فيما كانت تحاول الإفلات، التف خيط الصيد حول المجرى الذي يسمح لها بالتنفس فنفقت جراء اختناقها! في النهاية، غيرها من الدلافين يمرض من كثرة اقتتاته بأعقاب سندويشات وبطاطا مقلية التي يرميها السياح الكثر الذين يأتون لرؤية ذلك الحيوان الثديي البحري المشهور بلطفه وذكائه. والمضحك المبكي هو أن الدلافين تنفق على السواحل الأميركية من من كثرة حب الناس لها مع جهل التعامل معها وادراك مدى أهمية الحفاظ عليها.

يقول جيف رادونسكي Jeff Radonski ناصحاً: "ليت تلك القصة المنشورة في الصحف توعي سكان المنطقة وزوارها على الأخطار التي يتسببون بها للدلافين بالاقتراب منها كثيراً!" يتمنى المحقق أن يتعرف من الآن إلى بضعة أشهر إلى قاتل الدلافين ليقضي على الجرائم تلك. والطريقة الوحيدة لإرساء السلام مجدداً في خليج المكسيك تكمن في توقف الإنسان عن مداعبة تلك الحيوانات البحرية كأنها دمى محببة.

(1) LE MYSTÉRIEUX TUEUR DE DAUPHINS, Science & Vie Junior 282, pp 18-20
(2) Carine Peyrières

# أخبار علمية

## الحنفية الأولى التي تجفف الأيدي بعد الغسل

إن آلات تجفيف اليدين الكهربائية صحيّة من دون شك، لكنها تحتل حيزاً كبيراً في حماماتنا. لهذا السبب طورت الشركة الإنجليزية دايسون (Dyson) المفهوم أكثر: فقد دمجت تقنية تجفيف اليدين التي ابتكرتها في الحنفية مباشرة. بعد أن تغسل يديك تحت حنفية أوتوماتيكية كلاسيكية (تعمل بالأشعة فوق الحمراء)، ثم تفتحهما تحت أنابيب جانبية. تنبثق عند ذلك نفحتان من الهواء بسرعة ٦٥٠ كلم/بالساعة لتجففهما خلال ١٢ ثانية. لابتكار هذه الحنفية المذهلة، قام مهندسو دايسون (Dyson) بأكثر من تضمينها مجفف يدين مصغر وأجهزة استشعار. تطلّب ذلك ثلاث سنوات من الأبحاث والتطوير. التحسين الأول: تصغير المجموعة بوضع دارة الهواء والماء والكهرباء في أنبوب عرضه ٣ سنتمترات تحت الحنفية. وتم تحسين المحرك في الداخل أيضاً: أصبح أصغر وبالتالي يدور بسرعة أكبر حتى (٩٠٠٠٠ دورة في الدقيقة مقابل ٨٨٠٠٠ مقارنة بآلات تجفيف اليدين السابقة للعلامة نفسها). التحسين الآخر: تخفيض الصوت. بما أن المحرك مثبت على نوابض، لم يعد صوته مسموعاً. وتم تعديل حجم الفتحة التي يمر الهواء عبرها (٠,٨ ملم) للحد من صوت الهواء وفي الوقت نفسه لتأمين تجفيف فعال. يا للفكرة المبتكرة! ل.ب.

الثمن: ١٦٥٠ يورو تقريباً( مايعادل ٨٢٥٠ ريال سعودي)
للمعلومات الإضافية: www.dyson.fr

CRÉDITS PHOTO: DYSON L'AIRBLADE TAP

> يقوم أنبوبان على جانبي الحنفية بضخ الهواء الساخن بسرعة كبيرة لتجفيف اليدين في ١٢ ثانية.






حيث تنمو المعرفة

www.kacst.edu.sa

## في العدد القادم








مجلة العلوم والتقنية للفتيان على الموقع الإلكتروني

http://publications.kacst.edu.sa


مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية الرقم: ٣٤٠١١٣ رقم الوثيقة : 05P0031-BKT-0001-AR01